



O emprego da Geointeligência como ferramenta para aprimorar a análise
do Terreno no planejamento de Operações Militares do Exército Brasileiro

Evenuel Viana Veloza

Dissertação apresentada como requisito parcial para
obtenção do grau de Mestre em Ciência e Sistemas
de Informação Geográfica

NOVA Information Management School
Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação
Universidade Nova de Lisboa

**O emprego da Geointeligência como ferramenta para aprimorar a análise do
Terreno no planejamento de Operações Militares do Exército Brasileiro**

Por

Evenuel Viana Veloza

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em
Ciência e Sistemas de Informação Geográfica

Orientador: Fernando José Pereira Gil

Coorientador: Marco Octávio Trindade Painho

Fevereiro de 2020

DECLARAÇÃO DE ORIGINALIDADE

Declaro que o trabalho contido neste documento é da minha autoria e não de outra pessoa. Toda a assistência recebida de outras pessoas está devidamente assinalada e é efetuada referência a todas as fontes utilizadas (publicadas ou não). O trabalho não foi anteriormente submetido ou avaliado na NOVA Information Management School ou em qualquer outra instituição.

Brasília-DF, Brasil, 25 de fevereiro de 2020

EVENUEL VIANA VELOZA

[a versão assinada pelo autor encontra-se arquivada nos serviços da NOVA IMS]

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor Marco Painho, por me orientar e apoiar nesta empreitada, desde minha entrevista inicial, e em todos os momentos de dificuldade.

Ao Professor Doutor Fernando Gil, em nome de quem agradeço a todos os docentes do ISEGI, pelo conhecimento transmitido, sobretudo, por conseguir aumentar ainda mais minha admiração e mesmo minha vocação para a Geointeligência.

Ao professor e amigo Antônio Conceição Paranhos Filho, por sempre estar disponível, em seu tempo livre, para dar uma opinião e colaborar com esta empreitada, sendo fator de apoio e motivação durante todo esse processo.

Ao Exército Brasileiro que foi responsável por boa parte de minha formação como adulto, cidadão e como profissional, a todos seus integrantes que, sob qualquer tipo de desafio ou dificuldade, permanecem sempre com a mais inabalável crença no Brasil e nos brasileiros, atuando, diuturnamente, em defesa da Pátria e de nosso povo, sem buscar por louros ou reconhecimento.

Aos meus pais, por me terem dado a base necessária para estar aqui hoje.

À minha esposa e meus filhos, por todo amor, por me entenderem e apoiarem em todos os momentos, por serem a força motivadora para que eu continue sempre buscando o conhecimento, a autorreforma, pessoal e profissional, em suma, por serem a verdadeira razão de minha vida.

A Deus, nosso pai criador, pela saúde, pela força nos momentos tribulados, pela oportunidade de estar vivo.

O emprego da Geointeligência como ferramenta para aprimorar a análise do Terreno no planejamento de Operações Militares do Exército Brasileiro

RESUMO

O conhecimento do terreno é considerado imprescindível ao planejamento militar desde tempos remotos. Dentro deste contexto, durante a primeira metade do século XX, foram desenvolvidas técnicas e doutrinas, para a aquisição de informações sobre terreno, que continuam sendo aplicadas até hoje pelo Exército Brasileiro. Uma dessas técnicas é a criação do Calco de Restrição do Movimento, ferramenta de suporte à decisão para manobras de tropas motorizadas por meio da análise e integração de diversos tipos de dados geoespaciais. Entretanto, a criação desse calco tradicionalmente é realizada de forma manual e analógica, o que leva a falhas de operador e a um tempo de produção por vezes inadequado diante da dinâmica de uma operação militar. De forma a mitigar esses problemas, este estudo analisa o uso de aplicativos e técnicas de SIG para automatizar algumas atividades da produção dos calcos, e sistematizar essa produção de forma digital. Por meio do modelo gerado, pretende-se mostrar como as atuais tecnologias podem contribuir para a melhoria da doutrina de execução do planejamento militar vigente, aumentando a rapidez e eficiência na interpretação visual do terreno, em relação as possibilidades e limitações do movimento no Campo de Batalha. Este estudo é concluído expondo as vantagens da criação de modelos de declividade digital com sua visualização em três dimensões que, somados ao raciocínio e tradecraft do especialista em Geointeligência, apresentam-se como fomentadores de mudanças nas práticas vigentes do estudo do terreno, rumo a uma digitalização do Campo de Batalha cada vez mais precisa e eficiente. Por fim, apresenta-se a importância de prosseguir com os estudos e desenvolvimento de novas práticas nesta área, por parte do Exército Brasileiro.

The use of Geointelligence as a tool to improve the analysis of the Terrain in the planning of Military Operations of the Brazilian Army

ABSTRACT

Knowledge of the terrain has been considered essential to military planning since ancient times. Within this context, during the first half of the 20th century, techniques and doctrines were developed for the acquisition of information on terrain, which continue to be applied today by the Brazilian Army. One of these techniques is the creation of the Movement Restriction Calco, a decision support tool for maneuvering of motorized troops through the analysis and integration of several types of geospatial data. However, the creation of this calco is traditionally carried out manually, which leads to operator failures and production times that are sometimes inadequate in view of the dynamics of a military operation. In order to mitigate these problems, this study analyzes the use of GIS applications and techniques to automate some activities of shoe production, and to systematize this production digitally. Through the generated model, it is intended to show how current technologies can contribute to the improvement of the current military planning execution doctrine, increasing the speed and efficiency in the visual interpretation of the terrain, in relation to the possibilities and limitations of the movement in the Campo de Battle. This study concludes by exposing the advantages of creating models of digital versus analog slope, as well as the advantages of visualization in three dimensions, which added to the reasoning and tradecraft of the specialist in Geointelligence, present themselves as drivers of changes in current practices of the military planning, in the sense of an increasingly accurate and efficient digitalization of the Battlefield, with direct effects on the execution of Military Operations. Finally, the importance of continuing with the studies and development of new practices in this area, by the Brazilian Army.

PALAVRAS-CHAVE

Calco de restrição ao movimento

Geointeligência

Inteligência Militar

Modelo Digital de Elevação

Planejamento Militar

Processo de Integração do Terreno, Condições Meteorológicas, Inimigo e Considerações Civis (PITCIC)

Sistemas de Informação Geográfica

KEYWORDS

Movement restriction shoe

Geointelligence

Military Intelligence

Digital Elevation Model

Military Planning

Land Integration Process, Weather, Enemy and Civil Considerations (LIPWEC)

Geographic Information Systems

ACRÓNIMOS

AOp – Área de Operações

AI – Área de Interesse

AII - Área de Influência de Inteligência

ARI - Área de Responsabilidade de Inteligência

ARP - Aeronaves Remotamente Pilotadas

BDGEX - Bancos de Dados Geográficos do Exército

CIA - Central Intelligence Agency (Agência Central de Inteligência)

CONCAR - Comissão Nacional de Cartografia

CTA - Controle de Tráfego Aéreo

CYBINT - Cyber Intelligence (Inteligência Cibernética)

DSG - Diretoria de Serviço Geográfico

EB - Exército Brasileiro

ET-CQPCDG - Controle de Qualidade dos Produtos de Conjuntos de Dados Geoespaciais

EUA – Estados Unidos da América

FEB - Força Expedicionária Brasileira

GEOINFO – Geographic Information (Informações Geográficas)

GEOINT – Geospatial Intelligence (Inteligência Geoespacial)

GNSS - Global Navigation Satellite System (Sistemas Globais de Navegação por Satélite)

GPS - Global Positioning System (Sistema de Posicionamento Global)

HUMINT – Human Intelligence (Inteligência de Fonte Humana)

IFSAR - Interferometric Synthetic Aperture Radar (Radar Interferométrico de Abertura Sintética)

IM – Inteligência Militar

IMINT – Imagery Intelligence (Inteligência de Imagens)

IRVA - Inteligência, Reconhecimento, Vigilância e Aquisição de Alvos

LIDAR - Light Detection and Ranging (Radar de Detecção de Luminosidade e Alcance)

MASINT - Measurement and Signature Intelligence (Inteligência por Assinatura de Alvos)

MC – Manual de Campanha

MDE - Modelo Digital de Elevação

MDS - Modelo Digital de Superfície

MDT - Modelo Digital do Terreno

MF - Manual de Fundamentos

MT - MANUAL TÉCNICO

NGA - National Geospatial-Intelligence Agency (Agência Nacional de Geointeligência)

NI - Necessidades de Inteligência

NIMA - National Imagery Mapping Agency (Agência Nacional de Imagens e Mapeamento)

NOVA IMS – Nova Information Management School

OCOAV - Observação e campos de tiro, Cobertas e abrigos, Obstáculos, acidentes capitais e Vias de acesso

OM – Organização Militar

OSINT - Open Source Intelligence (Inteligência de Fontes Abertas)

PITCIC - Processo de Integração do Terreno, Condições Meteorológicas, Inimigo e Considerações Civas

POC – Plano de Obtenção do Conhecimento

RAF - Força Aérea Britânica

RIPI - Regiões de Interesse para Inteligência

SAR - Synthetic Aperture Radar (Radar de Abertura Sintética)

SARP - Sistema De Aeronave Remotamente Pilotada

SIG - Sistema de Informações Geográficas

SIGINT - Signals Intelligence (Inteligência de Sinais)

SISBIN - Sistema Brasileiro de Inteligência

SR - Sensoriamento Remoto

TO - Teatro de Operações

VANT - Veículos Aéreos Não Tripulados

ÍNDICE DO TEXTO

	Pág.
DECLARAÇÃO DE ORIGINALIDADE.....	iii
AGRADECIMENTOS.....	iv
RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vi
PALAVRAS-CHAVE.....	vii
KEYWORDS.....	vii
ACRÓNIMOS.....	viii
ÍNDICE DE TABELAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Enquadramento	1
1.2. Objetivos	3
1.3. Hipóteses	4
1.4. Metodologia Geral	4
1.5. Estrutura do Trabalho	6
2. A ATIVIDADE DE INTELIGÊNCIA	7
2.1. Conceitos de Inteligência	7
2.2. Inteligência Militar	8
2.3. Princípios Básicos da Inteligência	9
2.4. Ramos da Inteligência	10
2.5. Fontes de Inteligência	11
2.6. O Ciclo de Inteligência	13
3. A INTELIGÊNCIA GEOESPACIAL	15
3.1. Conceitos de GEOINT	15
3.2. O Ambiente Geoespacial	18
3.3. O Imageamento	19
3.4. A Inteligência de Imagens	20
3.5. A Geoinformação	23
3.6. O Tradecraft da Inteligência	27
3.7. Evolução e Potencial da GEOINT	28
4. PANORÂMA DAS GEOTECNOLOGIAS ATUAIS.....	31
4.1. Sistemas Satelitais.....	31

4.2. Sensoriamento Remoto	32
4.3. Sistemas de Posicionamento Globais	36
4.4. Processamento Digital de Imagens	36
4.5. Sistemas de Informações Geográficas	37
4.6. Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas	39
4.7. Modelos Digitais de Elevação	42
5. PLANEJAMENTO DAS OPERAÇÕES MILITARES	43
5.1. Planejamento e emprego da Inteligência Militar	44
5.2. O exame de situação de Inteligência	45
5.3. Processo de Integração do Terreno, Condições Meteorológicas, Inimigo e Considerações Civis	45
5.4. O Ambiente Operacional	46
5.5. Efeitos do Ambiente sobre as Operações	49
5.6. Aspectos Gerais do Terreno	52
5.7. Análise do Terreno	55
6. O EMPREGO DA GEOINTELIGÊNCIA POR MEIO DE GEOTECNOLOGIAS ATUAIS NO APRIMORAMENTO DO ESTUDO DO TERRENO	56
6.1. Caracterização da Área de Estudo	57
6.2. Coleta e Estruturação da Base de Dados Geográficos	58
6.3. Calco de Restrição de Movimentos	61
6.3.1. Calco de Relevo (Declividade)	62
6.3.2. Calco de Vegetação	66
6.3.3. Calco de solos	69
6.3.4. Calco de Hidrografia	72
6.3.5. Calco de Obras de arte	75
6.3.6. Calco de Localidades	76
6.3.7. Integração dos dados de todos os Calcos de Aspectos do terreno	78
6.4. Representação 3D do Calco de Restrições ao Movimento	80
6.5. Resultados Finais	85
7. CONCLUSÕES	87
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Exemplos de Feições com seus Atributos e Valores (Corbari, 2014)	25
Tabela 2: Resistência dos solos (Fonte: EB70-MC-10.307, 2016)	53
Tabela 3: Tipo de encostas e suas restrições (Fonte: EB70-MC-10.307, 2016)	63
Tabela 4: Restrições impostas pela vegetação (Fonte: EB70-MC-10.307, 2016)	67
Tabela 5: Restrições impostas pelo tipo e situação do solo (Fonte: EB60-ME-11.401, 2017)	70
Tabela 6: Restrições impostas pela hidrografia (Fonte: EB70-MC-10.307, 2016)	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: A Arte da Guerra, livro do século IV a.C. (Fonte: Wikipedia, 2018)	1
Figura 2: Sobreposição de camadas de dados. (Fonte: EB20-MC-10.209, 2014)	2
Figura 3: Os Ramos da Inteligência Militar (Fonte: EB20-MF-10.107, 2015)	10
Figura 4: O Ciclo de Inteligência Militar (Fonte: EB20-MF-10.107, 2015)	13
Figura 5: Os três componentes e o produto da Geointeligência (Fonte: EB70-MT-70.402, 2019)	16
Figura 6: Os SIG unindo os três elementos da GEOINT. (Fonte: MEILLÓN, 2008)	17
Figura 7: Ambiente Geoespacial (Fonte: EB70-MT-70.402, 2019)	19
Figura 8: Imageamento orbital. (Fonte: EB70-MT-70.402, 2019)	19
Figura 9: Sequência análise da IMINT, imagens com 50 cm de resolução. (Fonte: Moura Alves, 2018)	22
Figura 10: Hierarquia cognitiva da consciência situacional. (Fonte: EB20-MF-10.107, 2015)	23
Figura 11: Exemplo de Dados Geoespaciais Matricial e Vetorial (Fonte: EB20-MC-10.209, 2014)	25
Figura 12: Exemplo de Carta Topográfica (Fonte: EB20-MC-10.209, 2014)	26
Figura 13: Agências / setores de Inteligência dos EUA. (Fonte: Moura Alves, 2018)	29
Figura 14: Interação da radiação na banda “X” e na banda “P” em regiões de floresta densa (Fonte: Corbari, 2014)	34
Figura 15: Exemplo de imagem ótica (TM-Landsat) e radar (JERS-1), Região Amazônica (Fonte: Corbari, 2014)	34
Figura 16: Exemplo de Imagens em diversas resoluções radiométricas. (Fonte: ENGESAT, 2020)	35
Figura 17: Imagens Monocromáticas e Coloridas com Diferentes Resoluções Espaciais de mesma Porção da Superfície Terrestre. (Fonte: EB20-MC-10.209, 2014)	35
Figura 18: Níveis de detalhamento. (Fonte: EngeSat, 2020)	38
Figura 19: Exemplos de diferentes tipos de resoluções (Fonte: Melo, 2002)	38
Figura 20: Complementaridade dos vetores aéreos tripulados e SARP (Fonte: EB20-MC-10.214, 2014)	39
Figura 21: Visualização dos módulos funcionais dos SARP da F Ter (Fonte: EB20-MC-10.214, 2014)	40

Figura 22: Classificação e categorias dos SARP para a F Ter (Fonte: EB20-MC-10.214, 2014)	41
Figura 23: Níveis de planejamento da inteligência (Fonte: EB20-MF-10.207, 2015)	42
Figura 24: Visualização do Espaço de Batalha (TO) e Ambiente Operacional. (Fonte: EB 20-MF-10.103, 2014)	47
Figura 25: As cinco etapas da primeira fase do PITCIC (Fonte: EB70-MC-10.307, 2016)	48
Figura 26: Etapas do estudo dos efeitos ambientais sobre as operações (Fonte: EB70-MC-10.307, 2016)	50
Figura 27: Localização e delimitação da área de estudo.....	57
Figura 28: Limites da área de estudos sobre imagem Sentinel 2 (10m) - Jan/20	58
Figura 29: Limites da área de estudos sobre mosaico de cartas topográficas da área	58
Figura 30: Subdivisão da área de estudos em oito subáreas (A1 a A8)	60
Figura 31: Exemplo no caso Subárea A1 em uma imagem de alta resolução, em uma carta topográfica e com a sobreposição de uma carta com transparência sobre a imagem inicial	60
Figura 32: Diagrama das etapas da análise do terreno para construção do Calco de Restrições ao Movimento.....	61
Figura 33: Imagem ALOS recortada baseado na delimitação da AOp.....	64
Figura 34: Imagem ALOS com declividade em 9 classes.....	64
Figura 35: Imagem ALOS com declividade em 4 classes.	65
Figura 36: Representação do relevo com restrições (áreas adequadas em preto para destacar resultado)	66
Figura 37: Representação vetorial da vegetação dividida em cinco classes e massas d'água.....	67
Figura 38: Representação da vegetação nas três classes de tipos de restrição ao movimento previstas.....	68
Figura 39: Representação da vegetação com restrições (áreas adequadas em preto para destacar resultado)	68
Figura 40: Representação vetorial do solo dividido em cinco classes e massas d'água	70
Figura 41: Representação do solo nas três classes restritivas ao movimento previstas	71
Figura 42: Representação de solos com restrição (áreas adequadas em preto para destacar resultado)	71

Figura 43: Representação vetorial da hidrografia, dividida em Represas, Lagos, Lagoas e Rios e Córregos.....	73
Figura 44: Representação hidrografia nas três classes de restrição ao movimento previstas.....	74
Figura 45: Representação hidrografia com restrição (áreas adequadas em preto para destacar resultado)	74
Figura 46: Representação de obras de arte com e sem restrição (sobreposto a carta topográfica)	75
Figura 47: Representação de obras de arte com e sem restrição (fundo em preto para destacar resultado)	76
Figura 48: Representação dos limites da localidade na AOp sobrepostos a carta topográfica	77
Figura 49: Representação da localidade com restrição (restante da área em preto para destacar resultado)	77
Figura 50: Representação completa do Calco de Restrições ao Movimento com os parâmetros de cores	78
Figura 51: Calco de Restrições ao Movimento apenas com parâmetros restritivos de cores	79
Figura 52: Calco de Restrições ao Movimento bidimensional finalizado e sobreposto a carta topográfica da AOp	79
Figura 53: Declividade colorizada da área de estudo gerada pelo MDS	80
Figura 54: Imagem tridimensional da área de estudo gerada pelo MDS	81
Figura 55: Representação da área de estudo no plano bidimensional	81
Figura 56: Área de estudo nos planos bi e tridimensionais, com estruturas elevadas identificadas	82
Figura 57: Área de estudo no plano bidimensional com estruturas elevadas identificadas.....	83
Figura 58: Área de estudo no modelo de MDS, com estruturas elevadas identificadas	83
Figura 59: Representação plana das elevações de uma área de interesse, com curvas de nível	84
Figura 60: Representação em um MDS das elevações de uma área de interesse	84

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento

A importância do estudo do terreno para o planeamento das operações militares, aparece em relatos históricos remotos, entre os quais um dos mais conhecidos é a Arte da Guerra, que se refere a um tratado militar escrito durante o século IV a.C. (*Figura 1*). pelo estrategista conhecido como Sun Tzu. O tratado é composto por treze capítulos, cada qual abordando um aspeto da estratégia de guerra.



Figura 1: A Arte da Guerra, livro do século IV a.C. (Fonte: Wikipedia, 2018).

Em termos de operações militares, A Arte da Guerra coloca cinco aspetos que devem ser determinados antes de empreender qualquer ação: - O caminho, o clima, o terreno, a liderança militar e a disciplina.

Ao analisar especificamente a questão do terreno, o tratado expõe que o mesmo deve ser avaliado nos seguintes quesitos: distâncias, dificuldade para a locomoção, dimensões e segurança. O autor explora ainda, a necessidade de adaptabilidade das tropas, delineando os tipos de terreno e maneiras adequadas de se acomodar a eles.

Desde a Arte da Guerra, dentro do processo evolutivo natural, diversas técnicas e doutrinas foram criadas e consolidadas ao longo dos anos, principalmente durante o advento das duas Grande Guerras Mundiais e, desde este período, permanecendo até a atualidade, o Exército brasileiro considera que os fatores da decisão de um comandante para uma operação militar são: missão, inimigo, *terreno* e condições meteorológicas, meios e apoios disponíveis, tempo e considerações civis.

Considera-se ainda, que o terreno influencia diretamente as operações militares dos oponentes. Incluindo os recursos naturais (como rios e montanhas) e características artificiais (como cidades, aeroportos e pontes).

Para realizar o estudo do terreno, e como uma das primeiras medidas dentro do planejamento de uma operação militar, no Exército Brasileiro, utiliza-se o Processo de Integração Terreno, Inimigo, Condições Meteorológicas e Considerações Civis (PITCIC). Este processo, é uma atividade cíclica de apoio ao processo decisório, que permite realizar uma análise integrada, por intermédio de representações gráficas do terreno, das possibilidades do inimigo e de seus possíveis objetivos, das condições meteorológicas e das considerações civis. Além disso, é um processo sistemático e contínuo de análise de ameaças e outros aspetos de um ambiente operacional dentro de uma área geográfica específica. (EB20-MC-10.211, 2014)

Todo esse estudo é realizado pelo Exército Brasileiro, atualmente, quase que exclusivamente de forma visual e analógica, através do emprego de cartas topográficas impressas (2D), sobre as quais são sobrepostas folhas transparentes de acetato ou papel vegetal, contendo a atualização das informações da carta em questão, como hidrografia, vegetação, malha viária, entre outros (*Figura 2*).

Baseado no estudo visual desta carta, são decididas quais ações tomar tanto no sentido de como posicionar as tropas, como no sentido de como será realizado o investimento contra a tropa oponente, entre outras decisões.



Figura 2: Sobreposição das camadas de dados. (Fonte: EB20-MC-10.209, 2014)

Como pode se perceber, a Análise do Terreno é tida como de importância crucial para o sucesso no campo de batalha, desde tempos imemoriais. Isto se dá, pois, o conhecimento

da doutrina, táticas, técnicas e procedimentos do inimigo, bem como de suas capacidades, complementados por uma avaliação adequada do terreno, é uma forma de prever e reconhecer de suas intenções na área de operações.

Considerando a rápida evolução tecnológica e armamentista que vem ocorrendo neste século, pode se perceber que a precisão nas ações e o tempo de reação, cada vez mais, passam a ser fatores decisivos no combate moderno e, por consequência, no planejamento operacional. E é neste ponto que se insere o presente estudo.

1.2. Objetivos

A necessidade de informações sobre o ambiente operacional e sobre as forças oponentes, para o planejamento e execução de operações militares, tem levado o Exército Brasileiro (EB) a buscar novos métodos e ferramentas de integração e visualização de dados sobre o terreno, as condições meteorológicas e as forças beligerantes. Quanto maior for o conhecimento disponível e quanto mais eficiente sua integração com o processo decisório, mais eficazmente o comandante planejará e conduzirá a missão, com maiores possibilidades de obter êxito com o mínimo de perdas (EME, 1999).

Dentro desta realidade, em que o desenvolvimento tecnológico criou novos desafios para a execução da identificação de alvos, considerando que as possibilidades de produzir, processar e utilizar as informações aumentaram de forma exponencial, tanto para as Forças Amigas como para o oponente, surge a necessidade de se buscar métodos de aprimorar os processos existentes.

Para tentar atender a estas demandas modernas, o desenvolvimento dos estudos das Ciências e Sistemas de Informações Geográficas têm quebrado paradigmas, desenvolvendo novas Geotecnologias e apresentado novas soluções para uma gama diversificada de problemas espaciais.

Em paralelo a este desenvolvimento tecnológico a Geointeligência surgiu, nas últimas décadas, como uma nova forma de pensar e analisar o mundo, que agrega as modernas Geotecnologias disponíveis, a consagrada análise e interpretação de imagens e o raciocínio lógico analítico da atividade de inteligência, a qual sempre foi uma das maiores contribuintes para o planejamento militar.

Dentro da realidade apresentada, o objetivo geral deste estudo é demonstrar como o emprego da Geointeligência, apoiado nas Geotecnologias atuais, pode auxiliar para aprimorar a análise do Terreno, no planejamento de Operações Militares realizadas pelo Exército Brasileiro.

De forma mais específica, este trabalho tem por objetivo, apresentar uma opção digital para a realização do PITCIC, adotado pelo Exército Brasileiro, por meio de um método de confecção e apresentação de um Calco de Restrição de Movimento Digital sobreposto a um Modelo Digital de Elevação (MDE).

1.3. Hipóteses de trabalho

Do exposto, esse estudo parte da seguinte hipótese de trabalho: os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e os MDE, como ferramentas de Geointeligência, permitem a economia de tempo, recursos humanos e materiais, com melhores resultados, que os processos analógicos e visuais ainda em uso na maioria das atividades de planejamento militar do Exército Brasileiro.

Nesse sentido, o presente estudo visa investigar a adoção dessas técnicas na análise do terreno do PITCIC.

1.4. Metodologia Geral

O principal método empregado neste estudo foi a análise ponderada de aptidão, utilizando o Manual EB70-MC-10.307, Planejamento e Emprego da Inteligência Militar, do Exército Brasileiro, como um guia para a execução dos trabalhos.

No do contexto do planejamento militar, a análise de terreno é uma parte indispensável dentro da preparação pela Inteligência do Campo de Batalha. Dentre as diversas variáveis possíveis para a análise do terreno, este estudo considerou fatores denominados aspectos militares do terreno descritos a seguir para se debruçar:

- A mobilidade de tropas através Campo (Fora de estrada);
- O tipo e a distribuição da vegetação;
- A hidrografia e sua configuração;
- Os tipos solos e relação com a umidade;
- As obras de arte com influência no movimento (estradas e pontes);

- Localidades.

Os dados utilizados foram coletados no Banco de Dados Geográficos do Exército (BDGEx) e em bancos de dados abertos da Internet. A decisão de empregar os dados do BDGEx e de fontes abertas se deu, pois, em um caso real de operação militar, estes seriam os locais onde seriam realizadas as primeiras buscas para coletas de dados.

Desta forma é possível demonstrar uma abordagem do uso de SIG, para fins militares, mais próxima das possibilidades e limitações atuais, bem como apresenta uma alternativa factível aos processos atualmente utilizados.

Para buscar alcançar este intuito, o conjunto de dados foi coletado da seguinte forma:

- Pontes, viadutos e outras construções isoladas - vetor de ponto;
- Estradas, ferrovias e rios pequenos - vetor de linha;
- Tipos de Vegetação - vetor polígono,
- Rios principais, lagos, represas e lagoas - vetor polígono,
- Tipos de solo, Pântanos e áreas inundáveis - vetor polígono,
- Aglomerado de construções e áreas urbanas - vetor polígono, e
- Modelos Digitais de Elevação (MDE) – imagem raster.

Após a obtenção dos dados, foi necessária uma pré-análise, em especial quanto as suas tabelas de atributos, para descobrir de que elas consistiam. Baseado nessa observação inicial, foi necessário realizar o pré-processamento e ajuste dos dados, para permitir o seu emprego dentro da finalidade específica do estudo.

Em primeiro lugar, a imagem raster (DEM) foi utilizada para calcular declividade. A camada de declive foi analisada, classificada por graduação de inclinação e reclassificada em 4 classes de restrição do terreno (irrestrito ou adequado, restrição média, restrição alta, severamente restrito ou impeditivo).

Em segundo lugar, no caso dos dados vetoriais, para poder avaliar a sua influência na trafegabilidade de tropas, foi criada uma coluna com o “peso” sobre o movimento que foi adicionada nas tabelas de atributos de cada fator citado anteriormente e foi preenchida de acordo com a maneira como eles influenciam o movimento na região.

Diferente da declividade, todos os outros fatores foram divididos em apenas 3 classes de restrição: Impeditivos, Restritivos ou Adequados.

Exemplificando estes parâmetros, obstáculos tais como florestas e matas densas, lagos, rios maiores, solos pantanosos ou arenosos, foram ponderados com valor de 3 (dificultam significativamente ou impedem o movimento); Pequenos rios, vegetações intermediárias e solos úmidos ou arenosos úmidos foram ponderados como valor de 2 (que dificultam moderadamente ou restringem o movimento); solos, vegetação e hidrografia estáveis ao movimento ou de pouca significância foram ponderados como valor de 1 (por serem adequados a trafegabilidade e favorecerem a mobilidade); e no caso das obras de arte, para fins deste estudo, as estradas e ferrovias foram ponderadas baseadas nos outros fatores já analisados, enquanto as pontes, foram analisadas como existentes e adequadas, existentes e restritas ou inexistentes/ destruídas e impeditivas, tendo sido ponderadas também nos valores já citados de 1 a 3.

Foi realizada ainda, apenas para fins de testes comparativos e de confirmação quanto a situação real atual do terreno, uma classificação automática não supervisionada de uma imagem de alta resolução, obtida da área de estudo. Não sendo, no entanto, foco das análises em andamento.

Para tornar o processo possível, foi necessária a realização de uma análise ponderada, contando com o que consta previsto doutrinariamente no Manual EB70-MC-10.307,, bem como, com o raciocínio analítico e tradecraft do analista de Geointeligência para decidir qual a importância de cada um dos fatores acima mencionados tem sobre o movimento de tropas em operações militares.

Por fim, foi necessário simbolizar os níveis restritivos por cores diferentes no caso dos vetores polígonos e linhas, e com cores e simbologia específicas os vetores ponto, de forma que possam ser sobrepostos visualmente sobre a carta topográfica da área de estudo representando os níveis de restrição ao movimento que o terreno apresenta. Para buscar uma maior eficiência e rapidez na análise destes dados, eles foram sobrepostos ainda, a um Modelo Digital de Superfície (MDS) representativo da área.

1.5. Estrutura do trabalho

O presente estudo encontra-se dividido em sete capítulos. No primeiro capítulo é realizada a introdução e apresentação geral do trabalho desenvolvido, bem como dos objetivos, enquadramento temático e estrutura do trabalho.

O segundo capítulo se dedica a apresentar, em linhas gerais, a Atividade de Inteligência, tipos e finalidades, fontes existentes, bem como a importância de que se reveste a compreensão do espaço geográfico para as atividades de Inteligência e sua relação com o Estudo do Terreno.

Haja vista o objetivo principal deste trabalho ser justamente ilustrar a importância da GEOINT para o Estudo do Terreno, o terceiro capítulo foca na análise desta disciplina e de seus componentes, em especial a IMINT, as Informações Geográficas (GEOINFO) e o TRADECRAFT do especialista de Inteligência.

No quarto capítulo apresenta-se o panorama geral das principais Geotecnologias atuais disponíveis e que podem ser úteis ao planejamento militar.

No quinto, é realizada uma explanação dos componentes e de como está prevista a execução do Estudo dos Aspectos Terreno, dentro do PTCIC.

No sexto, realiza-se a execução do Estudo do Terreno de uma área de Operações pré-definida, buscando empregar a GEOINT e Geotecnologias agregadas como SIG e Modelagem Digital do Terreno, para confeccionar um Calco de Restrições ao movimento Digital em 3D.

Finalmente, no sétimo capítulo, apresentam-se as conclusões do estudo desenvolvido, identificando-se possíveis temas para desenvolvimento ulterior.

2. A ATIVIDADE DE INTELIGÊNCIA

A Atividade de Inteligência apresenta íntima ligação com o planejamento das Operações Militares, sendo tão importante que não se poderia, dentro dos critérios existentes atualmente, realizar qualquer tipo de planejamento operacional, sem o emprego dos especialistas e meios de Inteligência. Esta premissa se torna ainda mais patente, quando se trata do estudo militar do terreno.

2.1. Conceitos de Inteligência

Sherman Kent, em 1951, idealizou uma importante definição de inteligência. Sua proposta de conceito baseava-se na visão trina de inteligência, descrevendo-a como sendo, uma organização, um conhecimento e uma atividade.

Baseado nesta visão, de Kent, Inteligência significa conhecimento. Se não pode abranger todo o conhecimento, pelo menos abarca uma quantidade e variedade surpreendentes de conhecimento. a inteligência seria uma junção dessas três vertentes ao mesmo tempo.

(...)Intelligence is an institution; it is a physical organization of living people which pursues the special kind of knowledge at issue.¹

(...) the word intelligence is used not merely to designate the types of knowledge I have been discussing and the organizations to produce this knowledge, it is used as a synonym for the activity which the organization performs”.²

Segundo Lowenthal, “intelligence is information that meets the stated or understood needs of policymakers and has been collected, refined and narrowed to meet those needs”.³ (Lowenthal 2009).

Segundo Marco Cepick, “inteligência é toda a informação coletada, organizada ou analisada para atender as demandas de um tomador de decisões” (Cepick 2003).

Além destas apresentadas, diversas outras poderiam ser citadas, entretanto, apesar das várias definições existentes, algumas características são comuns a todas. Tais características não podem ser dissociadas da inteligência pois representam sua própria essência. São elas: a finalidade da produção de conhecimentos para assessorar o processo decisório de uma organização e o emprego de uma metodologia própria (Gonçalves 2010).

Quase se confundindo no tempo com a própria origem do conceito de Inteligência, aparece a Inteligência Militar (IM).

2.2. A Inteligência Militar

O Manual EB20-MF-10.107 (2015) diz que a IM é o conjunto de atividades e tarefas técnico-militares exercidas em caráter permanente, com os objetivos de produzir

¹ Inteligência é uma instituição, é uma organização de pessoas que tem na busca de um tipo especial de conhecimento sua tarefa. (Livre tradução)

² Na linguagem corriqueira, a palavra inteligência é usada não somente para designar os tipos de conhecimento que venho discutindo, e as organizações que o produzem, mas é também usada como sinônimo para a atividade que esta organização realiza. (Livre tradução)

³ Inteligência é a informação que atende ao proposto ou entende as necessidades dos formuladores de políticas e foi coletada, refinada e ajustada para atender a estas necessidades. (Livre tradução)

conhecimentos de interesse dos comandantes e seus estados-maiores, em todos os níveis, bem como proteger conhecimentos sensíveis, instalações e pessoal do Exército Brasileiro (EB) contra ações da Inteligência oponente.

Os conhecimentos sobre o inimigo, terreno, condições meteorológicas, considerações civis e sobre outros aspectos do Ambiente Operacional e do Espaço de Batalha, são essenciais para os comandantes e seus estados-maiores.

Dessa forma, todo do EB, no exercício de suas funções, é participante do Ciclo de Inteligência (sequência ordenada de atividades por meio dos quais dados são obtidos e conhecimentos são produzidos, que será explicada mais a frente), como sensor, repassando dados aos elementos especializados para a produção de conhecimentos de Inteligência.

2.3. Princípios Básicos da Inteligência

Para conseguir atingir seus objetivos, ainda segundo o Manual EB20-MF-10.107 (2015), é necessário a Inteligência Militar seguir alguns princípios, conforme descritos a seguir.

Segurança – O conhecimento deve ser protegido de forma que o seu acesso seja limitado apenas às pessoas com credenciais para tal.

Objetividade – O conhecimento deve ter sua produção orientada por objetivos claramente definidos, minimizando custos e riscos associados à Inteligência.

Controle – A produção do conhecimento de Inteligência deve obedecer a um planejamento que permita adequado controle de cada uma das fases.

Flexibilidade – Capacidade de ajustar rapidamente o emprego de meios e o esforço de busca às evoluções da situação no Campo de Batalha.

Clareza – Os conhecimentos produzidos devem ser expressos de forma que permitam a imediata e completa compreensão de seu conteúdo pelos usuários.

Amplitude – Os conhecimentos produzidos devem ser tão completos e abrangentes quanto possível.

Imparcialidade – A produção do conhecimento deve estar isenta de ideias preconcebidas, subjetivismos e outras influências que possam gerar distorções.

Oportunidade – O conhecimento de Inteligência deve ser produzido em um prazo que assegure sua utilização completa e adequada.

Integração – O conhecimento de Inteligência deve valer-se de dados oriundos de todas as fontes, integradas, favorecendo a geração de produtos mais precisos e completos.

Precisão – Deve-se procurar atingir um grau maior de exatidão na obtenção dos dados e na produção dos conhecimentos.

Continuidade – A necessidade de conhecimento é permanente, com as atividades e tarefas sendo executadas ininterruptamente, sempre adequando-se a cada nova situação.

Relevância – O conhecimento produzido deve ser capaz de responder às necessidades dos decisores.

Predição – A Inteligência deve informar o comandante acerca do que as ameaças e oportunidades podem provocar, buscando antecipar-se às intenções dos comandantes em todos os escalões.

2.4. Ramos da Inteligência

A Inteligência não se limita, todavia somente a produzir conhecimento, mas também cuida de proteger o conhecimento produzido por si mesma.

Desta forma, a Inteligência Militar divide-se em dois ramos: o da Inteligência e o da Contra inteligência. Os ramos estão inter-relacionados, de modo indissolúvel e sinérgico. Na verdade, os limites de abrangência entre os dois são tênues, uma vez que as tarefas atinentes a ambos são interdependentes.

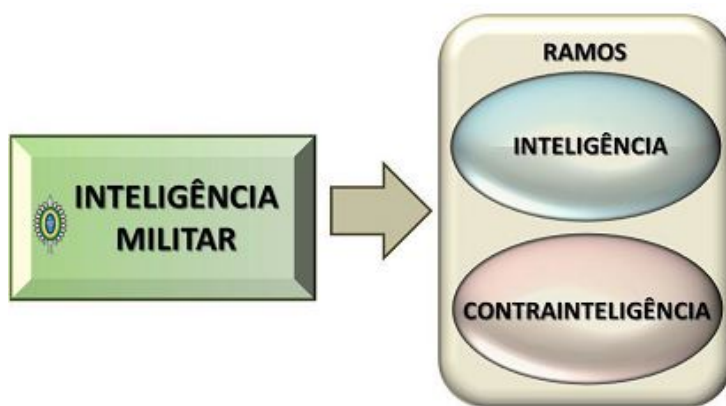


Figura 3: Os Ramos da Inteligência Militar (Fonte: EB20-MF-10.107, 2015)

Assim, atividade de inteligência passa a se dividir em dois ramos distintos: a inteligência, propriamente dita, que tem por objetivo assessorar o processo decisório, com a sua produção de conhecimentos especializados e a contrainteligência, com uma missão específica de proteger estes conhecimentos de ações de terceiros.

A ação de proteção se dá pela implantação de medidas passivas, como políticas de segurança e também por medidas ativas, como às destinadas a identificar a fonte de determinado “vazamento” (Gonçalves 2010) de informações.

Esta função protetora é tão importante que na definição da atividade de inteligência prevista na lei brasileira que criou o Sistema Brasileiro de Inteligência (SISBIN), lei 9.883/99, de 07 de dezembro de 1999 está previsto o seguinte: “Art. 2º (...) § 3º Entende-se como contrainteligência a atividade que objetiva neutralizar a inteligência adversa.”

2.5. Fontes de Inteligência

A atividade de inteligência ainda pode ser classificada baseado no tipo de fonte empregada, ou seja, pela forma de obtenção do dado com o qual vai trabalhar. Dentre as principais fontes clássicas de Inteligência, de acordo com a natureza da fonte ou do órgão de obtenção que a explora, encontramos as descritas a seguir.

a. Inteligência de Fontes Humanas

A Inteligência de Fontes Humanas (Human Intelligence - HUMINT) é a Inteligência que provém de dados e informações obtidas por fontes humanas. Fonte HUMINT é a pessoa de quem se obtém a informação para posterior produção de conhecimento de Inteligência. Essas fontes podem ser amigas, neutras ou hostis, podendo ser prisioneiro de guerra, refugiado, deslocado, população local, forças próprias ou amigas e membros de instituições governamentais ou organizações de qualquer tipo. (SILVA, 2015)

b. Inteligência de Imagens

A Inteligência de imagem (Imagery Intelligence - IMINT) é proveniente da análise de imagens fixas e de vídeo, obtidas por meio de fotografia, radar e sensor electro-óptico de tipo térmico, infravermelho ou de amplo espectro, que podem estar em terra ou situados em plataformas navais, aéreas ou espaciais. Esta disciplina é uma componente

fundamental da GEOINT. Quando não existem cartas militares e mapas, as imagens proporcionadas pela IMINT podem ser utilizadas em sua substituição. De igual forma, essas imagens podem ser utilizadas para a atualização de cartas militares e mapas existentes, para a realização do PITCIC e como apoio ao planejamento operativo (SILVA, 2015).

c. Inteligência por Assinatura de Alvos

A Inteligência por Assinatura de Alvos (Measurement and Signature Intelligence - MASINT) é proveniente da análise científica e técnica de dados obtidos de fontes emissoras com o propósito de identificar as características específicas associadas a essas fontes, facilitando sua posterior identificação (SILVA, 2015)

d. Inteligência de Fontes Abertas

A Inteligência de Fontes Abertas (Open Source Intelligence - OSINT) é baseada em informações coletadas de fontes de caráter público, tais como os meios de comunicação (rádio, televisão e jornais), propaganda de estado, periódicos técnicos, internet, manuais técnicos e livros (SILVA, 2015).

e. Inteligência de Sinais

A Inteligência de Sinais (Signals Intelligence - SIGINT) é toda Inteligência derivada do espectro eletromagnéticos. Uma tarefa fundamental dos operadores SIGINT é buscar conhecer como as forças adversas utilizam o espectro eletromagnético no ambiente operacional, devendo criar e manter, desde o período de normalidade, uma ampla base de dados (SILVA, 2015).

f. Inteligência Cibernética

A Inteligência Cibernética (Cyber Intelligence - CYBINT) é elaborada a partir de dados, protegidos ou não, obtidos no espaço cibernético. Este, por sua vez, é caracterizado como o espaço virtual composto por dispositivos computacionais conectados em rede, onde informações digitais trafegam, são processadas ou armazenadas (SILVA, 2015).

Além das anteriormente citadas, existem diversas outras fontes descritas em literaturas diversas, mas da classificação acima, interessa de forma mais atenta aos fins deste estudo a IMINT.

O uso destes tipos de fontes não é recente, tendo sido muito empregadas durante a Segunda Guerra Mundial para a identificação e caracterização do dispositivo do inimigo no terreno. Cabe ressaltar que, diante dos avanços tecnológicos atuais, esta fonte tem passado por profundas transformações, modificando características como o foco na análise de imagens estáticas para o foco nas análises dinâmica de imagens.

2.6. O Ciclo de Inteligência

O Ciclo de Inteligência é definido como uma sequência ordenada de atividades, segundo a qual dados são obtidos e conhecimentos são produzidos e colocados à disposição dos usuários de forma racional. Este faseamento é cíclico, compreendendo a orientação, a obtenção, a produção e a difusão para o comandante, seu estado-maior e para outros decisores (EB20-MF-10.107, 2015).

A confiança nos conhecimentos produzidos depende da constante reavaliação dos procedimentos executados durante o Ciclo de Inteligência. É necessário que haja uma constante realimentação do ciclo de modo que ele se mantenha atualizado e capaz de responder às necessidades do usuário.



Figura 4: O Ciclo de Inteligência Militar (Fonte: EB20-MF-10.107, 2015)

A *figura 4* apresenta as diversas fases do ciclo de Inteligência: orientação, obtenção, produção e difusão. Apesar de distintas, as fases podem ocorrer de modo coincidente e simultâneo com o desenvolvimento do processo.

Os trabalhos de produção do conhecimento da Inteligência são executados seguindo as fases do ciclo de inteligência (ciclo de produção do conhecimento), as quais podem ser descritas segundo o manual EB20-MF-10.207 (2015) conforme se segue:

a. Orientação

Materializa-se por meio da determinação de Necessidades de Inteligência (NI), do planejamento do esforço de coleta e obtenção de dados por meio da emissão de ordens e pedidos de busca, da elaboração do Plano de Obtenção de Conhecimentos (POC) e do contínuo controle da atividade de Inteligência executada por todos os órgãos acionados.

Nesta fase do ciclo de inteligência deve-se considerar o entorno operativo em todas as suas dimensões, o terreno, a meteorologia, o fator humano, os espaços aéreos, eletromagnético, cibernético etc.

a. Obtenção

Consiste na exploração sistemática ou episódica de todas as fontes de dados e informações pelos responsáveis pela obtenção e entrega do material obtido aos analistas, encarregados de sua transformação em conhecimentos de inteligência. As organizações militares de todas as naturezas que possam obter dados e informações que atendam às necessidades citadas, poderão ser acionadas, participando, assim, da fase de obtenção.

b. Produção

Fase onde os dados e as informações obtidas são transformados em conhecimentos de Inteligência. Nesta fase, os analistas de inteligência criam produtos, chegam a conclusões ou realizam projeções sobre as ameaças e os aspectos relevantes do ambiente operacional terrestre de forma a responder às NI.

c. Difusão

Esta é a fase do ciclo em que se efetua a entrega oportuna do conhecimento de inteligência, na forma apropriada e pelo meio adequado, ao comandante operativo e seu Estado-Maior.

3. A INTELIGÊNCIA GEOESPACIAL

A vertiginosa evolução tecnológica que vem ocorrendo nas últimas décadas, vem influenciando todas as áreas de atuação, inclusive a área das atividades de Inteligência. Isso vem ocorrendo, principalmente através de novas técnicas desenvolvidas e do surgimento de novas disciplinas, visando atender as necessidades do cenário moderno. Este capítulo, buscará apresentar e descrever de que se trata e como a Geointeligência (GEOINT) vem cumprindo seu papel nessa evolução.

3.1. Conceitos de GEOINT

Inteligência Geoespacial pode ser conceituada, segunda a Agência Nacional de Inteligência Geoespacial americana (NGA) como “the exploitation and analysis of imagery and geospatial information to describe, assess, and visually depict physical features and geographically referenced activities on the Earth.” (USC, 2006).

Deste modo, a GEOINT pode ser entendida como o ramo especializado da atividade de inteligência que busca produzir conhecimentos com base em informações geográficas, a fim de subsidiar o processo decisório. Evoluiu a partir da tradicional inteligência de imagens, graças ao desenvolvimento dos sistemas de informações geográficas, que permitiram a integração das imagens obtidas através de sensoriamento remoto e informações georreferenciadas com dados obtidos de outras fontes, tudo em documento único, normalmente consubstanciado na representação gráfica de determinada parte do terreno (SILVA, 2015).

Como consequência dos conceitos apresentados, em resumo, pode se dizer que a GEOINT é a produção de novos conhecimentos através uma integração de Imageamento, Informações Geográficas (Geoinformação) e Inteligência de Imagens, sob a égide do tradecraft de um especialista em inteligência e suas técnicas peculiares.

A *figura 5*, e sua respectiva descrição na sequência, apresentam como o Manual EB70-MT-70.402 (2019) exemplifica cada um desses componentes e o efeito da combinação de todos eles em um único produto:

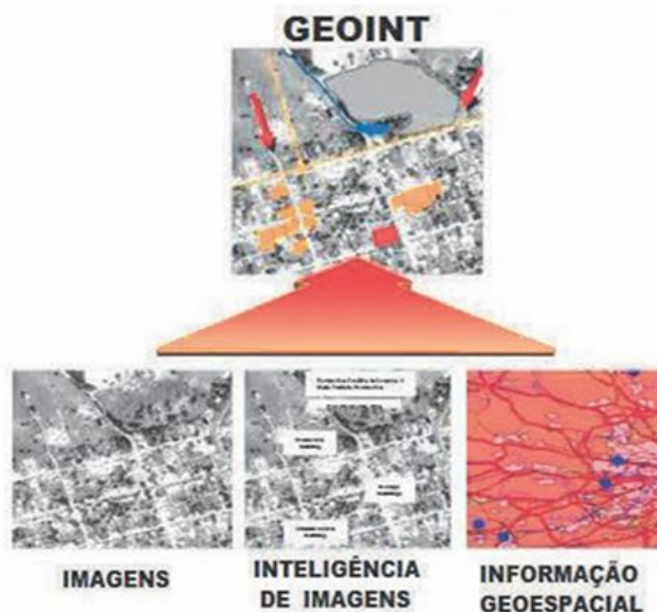


Figura 5: Os três componentes e o produto da Geointeligência (Fonte: EB70-MT-70.402, 2019)

- a. No quadro mais abaixo, da esquerda para a direita, apresenta uma Imagem, componente primário, o qual pode ser obtido por meio de sensores variados e apresenta-se semelhante a uma fotografia;
- b. O segundo ainda da esquerda para direita, ilustra a IMINT, que se refere a análise de uma imagem, extraindo informações que são utilizadas para desenvolver uma análise de um evento ou alvo imageado, como pode ser visualizado através dos balões de diálogo;
- c. O terceiro quadro retrata o mapa com a Informação Geoespacial, fornecendo informações detalhadas como: estradas; redes de transportes; localização e formas de edifícios; dados de altimetria entre outros;
- d. O último quadro é o resultado da integração dos três componentes. E, como pode ser percebido, trata-se de um produto mais informativo do que cada um dos componentes da figura, quando considerados separadamente.

Já são usados a muito tempo na Atividade de Inteligência os dois primeiros componentes citados. Contudo, o surgimento dos SIG permitiu mais um componente fosse inserido na equação, um componente mais flexível e dinâmico, que propiciou a execução de novos tipos de análises que não seriam possíveis no limitado campo de atuação da IMINT.

Neste mesmo sentido, cita-se o seguinte trecho extraído da doutrina da National Geospatial-Intelligence Agency (NGA):

— “have historically provided a strong foundation of GEOINT capabilities. However, the combination of the three elements creates a synergy which allows us to enhance those capabilities ⁴” (USC, 2006).

Segundo Silva (2015), dentre estas capacidades, a possibilidade de combinação de informações geográficas do tipo matricial (*raster*), normalmente imagens obtidas através de sensores remotos, com dados vetoriais e tabelas de atributos, é uma das mais significantes no trabalho do profissional de inteligência

Para demonstrar tal relação segue a figura a seguir:

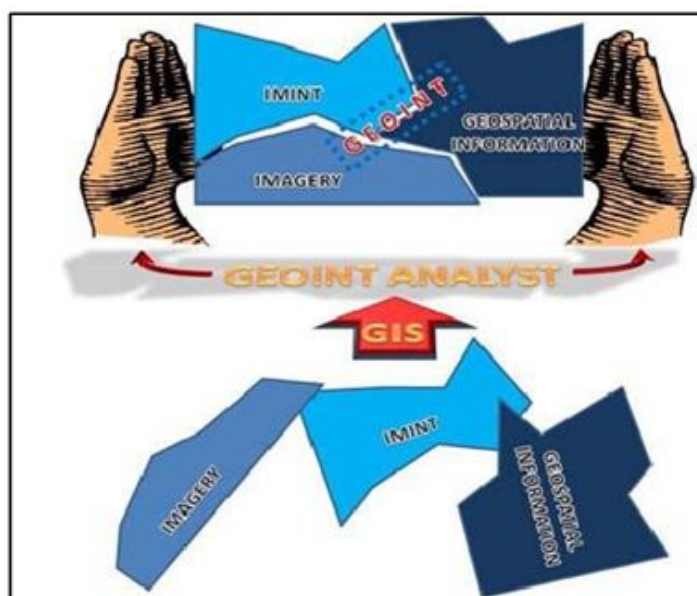


Figura 6: Os SIG unindo os três elementos da GEOINT. (Fonte: MEILLÓN, 2008)

A GEOINT é empregada em apoio às operações em todo seu transcurso, antecedendo as operações, durante as mesmas, ou, ainda, em atualização de dados pós-operações, conforme exige o amplo espectro dos conflitos modernos.

Em sua atuação antecedendo as operações, pode auxiliar no planejamento e na obtenção de uma consciência situacional mais precisa. Nesse momento, a GEOINT pode contribuir principalmente através do levantamento de dados e informações para elaboração de produtos de interesse do Processo de Integração Terreno, Condições Meteorológicas, Inimigo e Considerações Civis (PITCIC).

⁴ “Cada um dos três elementos da GEOINT – imagens, inteligência de imagens e informação Geoespacial - forneceu, historicamente, fundamentos para o desenvolvimento das capacidades da GEOINT. Contudo, a combinação dos três elementos cria uma sinergia que nos permite aumentar estas capacidades.” (Tradução livre)

Durante a execução das operações, a GEOINT pode contribuir na produção do conhecimento e na manutenção de uma consciência situacional atualizada através do emprego de meios de obtenção disponíveis, bem como mantendo o PITCHIC oportunamente atualizado. Nessa fase, cresce de importância o emprego de meios que geram imagens em tempo real e de analistas de imagens, especializados na análise de imagens dinâmicas.

No período pós-operações, a GEOINT pode apoiar operações de Controle de Danos, bem como, o prosseguimento das operações das forças amigas e o acompanhamento das forças inimigas; entre outras possibilidades.

Uma das principais missões do especialista em GEOINT está a de assessorar na elaboração do POC, sempre mantendo bem próxima sua ligação com os analistas de Inteligência geral, identificando as necessidades em relação ao PITCHIC e buscando quais as Necessidades de Inteligência podem ser atendidas ou complementadas pelas informações obtidas da fonte de imagem.

Os Mapas Temáticos de Inteligência estão entre os principais produtos da GEOINT. Estes mapas possuem dados advindos de diversas fontes e permitem ao decisor, ou ao analista, dependendo do momento, compreender melhor um evento ou uma Área de Operações (AO). (EB70-MT-70.402, 2019)

Sendo uma capacidade eminentemente integradora, a GEOINT tem a possibilidade única de reunir dados de todas as fontes e atividades envolvidas no planejamento operacional, em todas as fases do ciclo de inteligência, obtenção, processamento, análise e disseminação de dados, permitindo uma melhor compreensão e contextualização dos dados e conhecimentos disponíveis.

3.2. O Ambiente Geoespacial

Segundo o Manual EB20-MC-10.209 (2014), as observações ou os resultados de uma medição de fenômenos ou aspectos característicos da superfície ou da atmosfera da Terra estão associados a alguma dimensão espacial, que pode ser geográfica ou Geoespacial.

O Ambiente Geográfico diz respeito a localização, ou ao posicionamento, de toda área ou ponto sobre a superfície terrestre contínua, que engloba tanto o solo quanto o subsolo dos continentes e dos oceanos.

O Ambiente Geoespacial (*figura 7*), por sua vez, remete a localização, ou ao posicionamento, de algo em qualquer ponto na superfície (A), no subsolo (B) e no espaço próximo da Terra (C). O Ambiente Geoespacial abrange o Ambiente Geográfico.

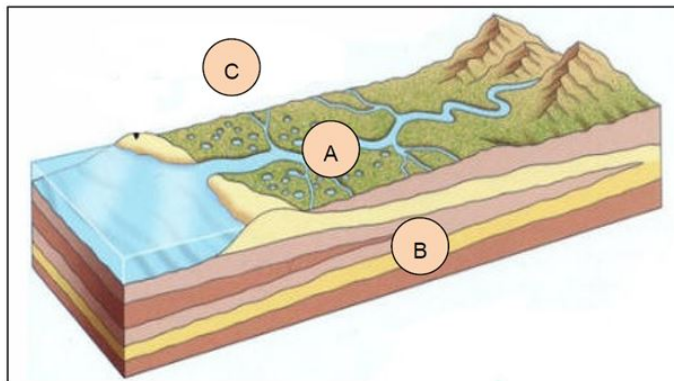


Figura 7: Ambiente Geoespacial (Fonte: EB70-MT-70.402, 2019)

3.3. O Imageamento

O Imageamento é o primeiro item que compõem a GEOINT, sendo a geração e a utilização de imagens de extrema relevância para o seu emprego. Por intermédio do Imageamento Orbital pode-se sistematizar a aquisição de dados geoespaciais em larga escala, possibilitando a cobertura de grandes áreas.

Pode-se, também, utilizar o Imageamento Suborbital, com o emprego de aeronaves tripuladas ou não. Esses meios, geralmente, são utilizados para atender necessidades específicas, como o reconhecimento de uma coluna de blindados inimigos ou para acompanhar atividades, durante uma operação de apoio a órgãos governamentais.

O Imageamento orbital e o suborbital são de fundamental importância para o atendimento das NI dos comandantes dos diversos níveis, contribuindo para uma adequada consciência situacional acerca do ambiente operacional.

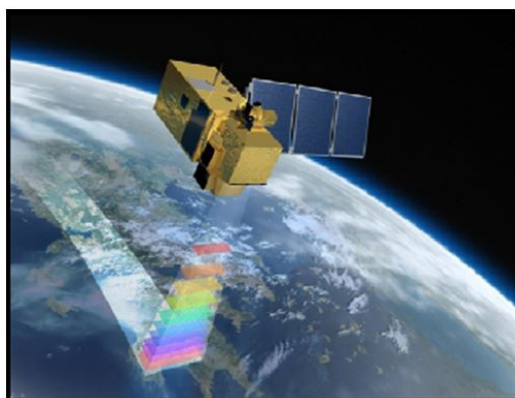


Figura 8: Imageamento orbital. (Fonte: EB70-MT-70.402, 2019)

3.4. A Inteligência de Imagens

A Inteligência de Imagens é definida pela National Geospatial Intelligence Agency (NGA) como sendo a informação de inteligência técnica e geográfica obtida pela interpretação ou análise de imagens ou de materiais colaterais (USC, 2006).

A IMINT, segundo citado dos componentes da GEOINT, é a atividade especializada caracterizada pela análise de imagens estáticas ou dinâmicas. Essas imagens podem ser obtidas por sensores diversos, tais como os óticos, eletro-óticos, lasers, radares, entre outros, além de poderem estar situados em plataformas variadas, em terra, no ar, navais ou no espaço.

A IMINT é a única disciplina de Inteligência que permite a visualização da AOp em tempo real. Quando não existem cartas militares ou mapas, as imagens proporcionadas pela IMINT podem ser utilizadas em sua substituição. O emprego da IMINT pode ser realizado tanto no ambiente de obtenção como no ambiente de análise (EB70-MT-70.402, 2019).

Apesar de haver casos anteriores como o uso de balões em Campanhas Militares para fotografar alvos de interesse, foi durante a Primeira Guerra Mundial, a primeira vez que a fotografia aérea foi usada extensivamente, podendo ser, esse uso massivo dos dados de imagens e sua posterior análise, para fins militares, considerado o embrião da IMINT.

A evolução material, técnica e doutrinária no período entre guerras, fomentou a continuidade da evolução nesta área específica, podendo ser usado como exemplo, o desenvolvimento feito pela Força Aérea Britânica (RAF) de um sistema de aquecimento para câmaras aéreas, permitindo que aeronaves de reconhecimento tirassem fotos de altitudes mais elevadas sem risco de congelamento.

A utilização da Inteligência de Imagens se destaca efetivamente com o transcorrer da 2ª Guerra Mundial (2ª GM) e foi desenvolvida ao longo da Guerra Fria, impulsionada pelas necessidades de conhecer as atividades desenvolvidas pelas forças oponentes e para realizar a antecipação às ameaças, prevendo possíveis reações e permitindo o planejando da pronta resposta, pois um discurso político pacifista poderia mascarar uma mobilização ofensiva, potencialmente capaz de causar enormes prejuízos a uma nação (GEORGE e BRUCE, 2008).

Conforme trata Moura Alves (2018), o Brasil iniciou suas atividades de IMINT no transcorrer da 2ª GM, por meio da Fotointerpretação, realizadas especialmente pelo então Capitão Werner e Capitão Melo, das fotografias aéreas das operações em que participaram junto com os aliados nos campos de batalha da Itália, produzindo conhecimentos das fotografias obtidas dos *fronts* e das áreas de interesse da Força Expedicionária Brasileira (FEB).

Chegando ao advento das guerras modernas, cresce de importância, cada vez mais, a precisão nas decisões e seus resultados, as quais demandam de informações de alto padrão de qualidade, em tempo oportuno, sobre os elementos do já citado PITCIC. Entretanto, atualmente, para atingir este intento, contribuindo para a produção do conhecimento sobre o Teatro de Operações (TO), podem ser empregadas diversos tipos de fontes.

Em um país como o Brasil, de dimensões continentais, nos dias de hoje, é imprescindível a coleta de imagens, que permitam a construção de cartas e mapas temáticos precisos, e que possam ser armazenados e pesquisados em meios digitais de forma rápida. Dessa forma, torna-se possível realizar a atualização dessas informações periodicamente, integrando novos dados de fontes diversas, que estejam disponíveis no momento.

Atualmente, a observação humana direta, somada as técnicas de IMINT, permitem a observação da área de operações ou de alvos de interesse em tempo real. Tal fato, faz com que em situações em que não se possui maiores dados sobre uma determinada área de interesse, como mapas ou cartas topográficas, cresça de importância o emprego e a contribuição dos analistas de imagens na produção de novos conhecimentos relevantes e, por consequência, no sucesso das operações em curso.

Ainda neste caminho, pode se dizer que a Inteligência de Imagens traz consigo a possibilidade de viabilizar e consolidar o atendimento às demandas do processo decisório, proporcionando conhecimentos confiáveis e oportunos sobre o inimigo e a área do TO como um todo, através da captação e processamento de imagens, bem como, possibilita a consolidação do planejamento das operações em melhores condições para as ações e decisões futuras.

Segue com a próxima *figura*, uma sequência de imagens retratando um exemplo do trabalho realizado por um analista de IMINT.

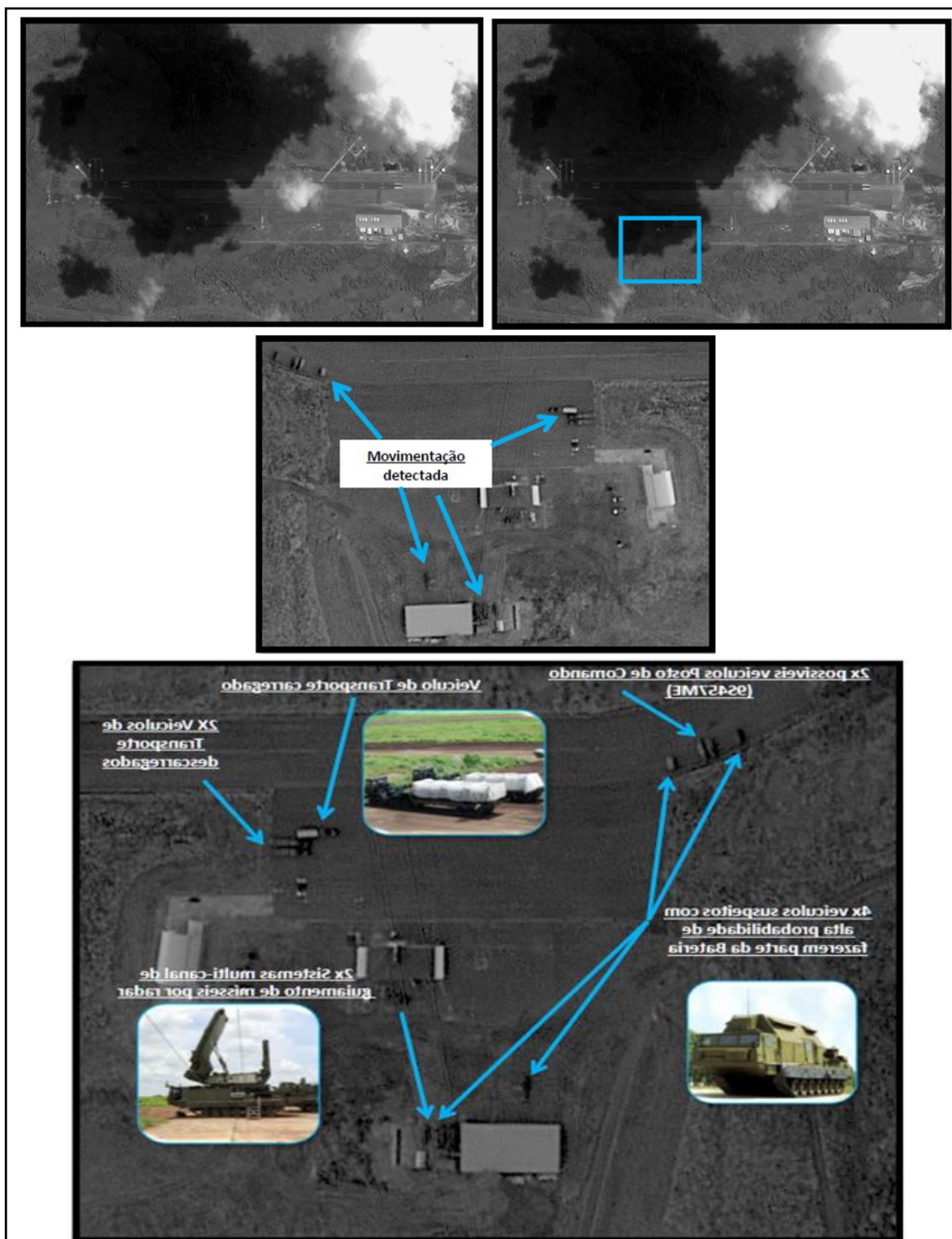


Figura 9: Sequência análise da IMINT, imagens com 50 cm de resolução. (Fonte: Mora Alves, 2018)

Como pode ser percebido, a consciência situacional proporcionada pela função de combate inteligência apoiada pela IMINT, na atualidade, tem papel fundamental no processo decisório, entretanto, exige fontes de informação ágeis, confiáveis e ininterruptas, o que torna a necessidade de fontes próprias de imagens orbitais para as Forças Armadas uma realidade premente.

De acordo com EB20-MF-10.107 (2015), a consciência situacional é obtida mediante análise e julgamento dos conhecimentos e informações relevantes, com vistas a determinar as relações entre os fatores operativos e de decisão. Este estado é atingido por intermédio da disponibilidade de conhecimentos e da habilidade no trato das informações que, associadas à experiência profissional, às crenças e valores de um indivíduo, o colocam em vantagem operacional em relação ao seu oponente.



Figura 10: Hierarquia cognitiva da consciência situacional. (Fonte: EB20-MF-10.107, 2015).

Como forma de consolidar a conceituação da atividade da IMINT, Moura Alves (2018) diz que o trabalho da IMINT será o de processar os dados, analisar as informações e transformar estes insumos em produtos e conhecimentos, oferecendo resultados com oportunidade e com qualidade ao decisor, de modo que este possa optar pela melhor linha de ação visando atingir seu Estado Final Desejado.

3.5. A Geoinformação

De acordo com o Manual EB20-MC-10.209 (2014), a Informação Geográfica ou Geoinformação (GEOINFO) representa toda e qualquer informação ou dado que possa ser espacializado, ou seja, que tenha algum tipo de atributo ou vínculo geográfico que permita sua localização.

O manual EB20-MC-10.209 (2014) apresenta ainda, quatro componentes da Geoinfo:

- a. Geotecnologias: “fornecem o suporte necessário para os processos de produção, customização e disponibilização de diversos produtos e serviços de Geoinfo, para as mais variadas aplicações”.

b. Processo de produção da Geoinfo: “diretamente relacionado ao elemento humano, que deve ser dotado de conhecimento multidisciplinar e estar permanentemente apto para o desempenho de uma ou mais das seguintes atividades: aquisição, tratamento, elaboração, disseminação, planejamento e controle da produção, da gestão, da normatização e do controle da qualidade dos dados e produtos”.

c. Produtos de Geoinfo: “divididos em básicos e temáticos, dependendo dos dados geoespaciais e do nível de processamento e análise empregados, enquanto os serviços de Geoinfo estão associados à disponibilização dos dados e produtos”.

d. Infraestrutura de Geoinfo: “conjunto de meios (hardware e software) empregado para a aquisição, a produção e a disseminação da Geoinfo”.

EB20-MC-10.209 (2014) coloca que o “termo ‘Geográfico’ é um subconjunto do termo ‘Geoespacial’”. Enquanto “Geoespacial” refere-se “à localização ou ao posicionamento de algo em qualquer ponto na superfície, no subsolo e no espaço próximo da Terra”, o termo “Geográfico”, diz respeito “à localização ou ao posicionamento de qualquer ponto sobre a superfície contínua, que engloba o solo e o subsolo dos continentes e dos oceanos”.

Segundo o manual EB20-MC-10.209 (2014), “o conceito de dado Geoespacial pode ser expandido para todo o tipo de dado que apresenta três componentes: espacial (posição geográfica e sua geometria), não espacial ou descritiva (atributos que o descrevem) e temporal”.

No tocante aos dados geoespaciais, pode se dizer ainda que os mesmos podem ser representados digitalmente de forma vetorial e a matricial, conforme se exemplifica na *figura 11*. No caso da forma vetorial, a representação se dá por meio de primitivas geométricas: pontos, linhas e polígonos; as quais podem ser associados atributos correspondentes às feições reais do terreno. Já no caso da forma matricial, a representação é feita por uma matriz, cujo menor elemento, ou unidade, é o *pixel*. A cada pixel, está associada uma localização especial e é atribuído um valor digital referente a um determinado atributo.

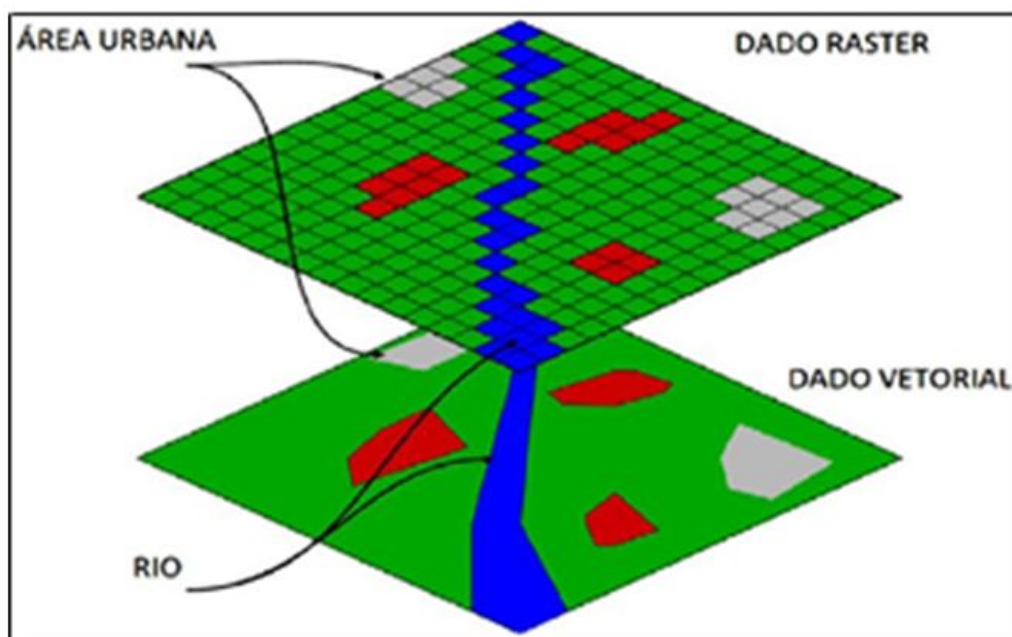


Figura 11: Exemplo de Dados Geoespaciais Matriciais e Vetoriais (Fonte: EB20-MC-10.209, 2014)

Buscando elucidar um pouco mais os conceitos de feição, atributo e valor, vale citar um trecho de Corrêa (2000):

“Quando se pretende coletar informações de uma dada feição (objeto) no mundo real, é necessário representá-la, no ambiente SIG, através de elementos geométricos bem definidos, que são os pontos, linhas e polígonos (áreas), possibilitando assim o tratamento dos dados que antes possuíam uma natureza mais complexa, inerente da realidade. Tais feições têm uma ou mais características associadas, que são chamadas de atributos. E cada atributo possui um determinado valor, que pode ser quantitativo (comprimento, peso, etc.) ou qualitativo (nome, estado de conservação, etc.).”

A título de esclarecimento, a *Tabela 1* mostra exemplos simples de feições, atributos e valores.

Feição	Tipo	Atributo	Valor
Poste	Ponto	Material/ Altura	Cimento / Madeira 5 m
Rua	Linha	Piso	Asfalto / Cimento / Terra
Quadra de Esporte	Polígono	Esporte	Vôlei / Basquete / Misto

Tabela 1 - Exemplos de Feições com seus Atributos e Valores (Fonte: Corbari, 2014)

Outro fundamento importante constante do Manual EB20-MC-10.209 (2014) trata da classificação de dados geoespaciais em básicos e temáticos, que são designados conforme se segue.

Os dados geoespaciais básicos proporcionam informações genéricas de uso não particularizado, elaborados como bases imprescindíveis para o posicionamento sobre a superfície terrestre. Podem ser entendidos como insumos básicos para o posicionamento e a contextualização Geoespacial de diferentes temas. São exemplos de Dados Geoespaciais Básicos: imagem georreferenciada, modelo digital de elevação, orto imagem e dados geoespaciais vetoriais.

Já os Dados Geoespaciais Temáticos são os conjuntos de dados que descrevem a distribuição espacial de um determinado fenômeno ou grandeza geográfica ou física, de qualquer extensão territorial (Por exemplo: mapa temático global de temperatura).

Como já foi explanado anteriormente, as Informações Geográficas podem ser provenientes de dados vetoriais ou dados matriciais, como: cartas topográficas impressas ou digitais (*Figura 12*); mapas temáticos; imagens orbitais; calcos de informação do PITCIC; entre outros.

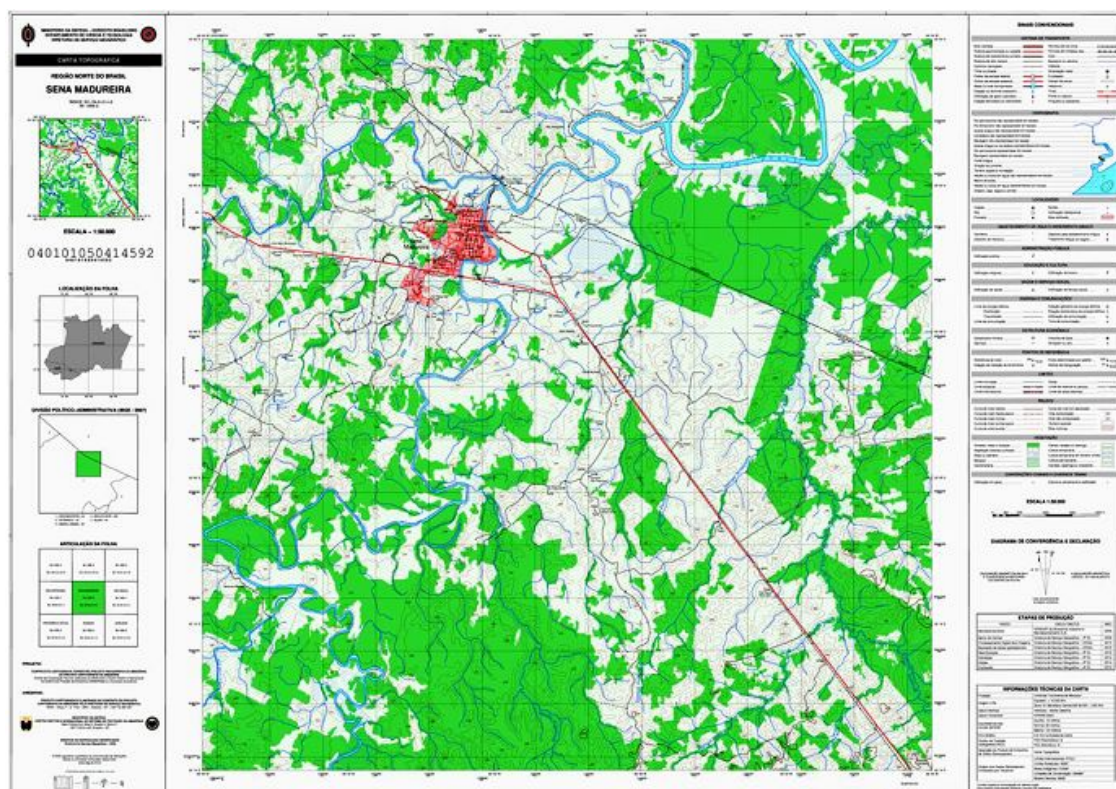


Figura 12: Exemplo de Carta Topográfica (Fonte: EB20-MC-10.209, 2014)

Se apresentando como a terceira componente da GEOINT, a Geoinformação é de importância fundamental para o aperfeiçoamento do ciclo da produção do conhecimento, pois possibilita o referenciamento geográfico de todas as NI. Desta forma, acaba por

contribui não só para o atendimento das NI dos comandantes, mas também, torna mais ágil e fácil o emprego de sensores de busca e coleta de dados e a própria análise dos dados.

3.6. O Tradecraft da Inteligência

Dentre os vários conceitos de Geointeligência, é unânime a sua composição integrando o Imageamento, a IMINT e a GEOINFO, mas as vezes não fica muito claro, que sem as técnicas especializadas de um analista de inteligência, também conhecida por Tradecraft de Inteligência, isso não seria possível de ser realizado a contento.

Tal fato se deve pois, cada vez mais, se acredita que a GEOINT não deve simplesmente angariar dados e fazer análises simples dos mesmos, como foi realizado pela própria IMINT durante as últimas décadas, mas sim ser uma geradora de conhecimento.

Este conhecimento, se trata da obtenção de uma consciência situacional e compreensão confiáveis sobre um assunto, com a possibilidade de usá-lo apropriadamente para uma finalidade específica em busca de novas conclusões a seu respeito.

Como explica Bacastow (2009) a criação de conhecimento Geoespacial envolve muito mais do que a manipulação automática de dados. Trata-se de um processo cognitivo complexo que inclui percepção, aprendizado, comunicação, associação e raciocínio.

Bacastow (2009) explica ainda que a criação de conhecimento Geoespacial é um processo intenso desempenhado pelo analista de inteligência. É um esforço cognitivo e intelectual que culmina com uma conclusão através do raciocínio Geoespacial. A noção de raciocínio Geoespacial é o ponto central da criação do conhecimento Geoespacial. O raciocínio Geoespacial é o processo cognitivo de integração de evidências espaciais e de representações de problemas geográficos ao processo de fundamentação de juízos sobre relacionamentos entre informações espaciais e temporais

Sob esta perspectiva, o analista Geoespacial se distingue de outros analistas, pois deve ser possuidor de pensamento crítico, raciocínio Geoespacial e técnicas analíticas, bem como ser dotado de capacidade técnica para utilizar as Geotecnologias componentes da GEOINT, integradamente, de forma a poder chegar a deduções únicas sobre seus temas de estudo.

Pode se dizer que a GEOINT é uma geradora de conhecimento Geoespacial acionável, ou seja, ela tem a capacidade de gerar conhecimentos que propiciam a identificação, entendimento, descrição, e interpretação de informações georreferenciadas propiciando a previsão e antecipação de impactos sobre um evento ou a ação em um ambiente espaço temporal.

Por fim, esta disciplina possui a capacidade de apresentar o conhecimento produzido no formato mais apropriado à tomada de decisões, ou seja, visualmente.

3.7. Evolução e Potencial da GEOINT

Como pode ser verificado, a Geointeligência, na doutrina norte-americana, pode ser entendida como um ponto de encontro na evolução convergente da inteligência de Imagens com a Geoinformação.

O desenvolvimento deste entendimento nos EUA, foi fruto de um processo longo, originado ao fim da Guerra Fria, pela necessidade de otimizar tarefas complementares executadas em agências nacionais deste país. Essa proposta tinha por objetivo criar uma única agência, que reunisse as diversas agências e setores que atuavam no Imageamento (*Imagery*), na *IMINT* e no mapeamento (Geoinfo).

Como resultado desses esforços e através do empenho do Diretor Central de Inteligência dos EUA, segundo Moura Alves (2018), a Agência Nacional de Imagens e Mapeamento (National Image and Mapping Agency) foi criada, em outubro de 1996, passando a concentrar todas essas agências ou setores.

Em 2001, após avaliação dos primeiros cinco anos de criação da NIMA, foi sugerida a adoção que um novo conceito doutrinário, o qual representasse melhor essa nova organização. A argumentação usada para esta criação, foi que essa nova forma integrada de trabalho teria originado uma nova disciplina de Inteligência: a Inteligência Geoespacial, o que tornou necessária, em 2002, a mudança do nome da NIMA para Agência Nacional de Inteligência Geoespacial.

À época essas agências eram as seguintes:

Agência	Especialidade	Símbolo
Centro Nacional de Interpretação Fotográfica da Agência Central de Inteligência (NPIC)	IMINT	
Escritório Central de Imagens (CIO)	Imagem	
Escritório Nacional de Reconhecimento, processamento de imagens (NRO)	Imagem	
Escritório de Reconhecimento Aéreo de Defesa (DARO)	IMINT	
Seção de Interpretação Fotogramétrica da Agência de Inteligência de Defesa (DIA/PGX)	IMINT	
Escritório do Programa de Disseminação de Informações de Defesa (DDPO)	Tecnologia da Informação	
Programas e elementos relacionados a atividade de Imagens da CIA	Imagem	
Agência Nacional de Inteligência Geoespacial (NGA)	GEOINT	

Figura 13: Agências / setores de Inteligência dos EUA. (Fonte: Mora Alves, 2018)

Segundo Moura Alves (2018), no Exército dos EUA as atividades que integram a GEOINT são separadas entre a inteligência de Imagens e a Geoengenharia, integradas em células de GEOINT nos níveis Brigada e Divisão, com atribuições bem definidas e complexas, e com treinamento em comum realizado na NGA, onde são capacitados em GEOINT. Observa-se então que o conceito de GEOINT foi construído nos EUA de forma a readequar as estruturas e os processos já existentes, realizando a integração de especialistas em Inteligência de Imagens e de representação do espaço geográfico.

Desde o advento da criação da disciplina de GEOINT, nas últimas duas décadas, as Geotecnologias têm trazido cada vez mais novas possibilidades e, com isso, a doutrina da atividade de Inteligência mundial, vem evoluindo sem parar.

Tal situação pode ser comprovada pelo simples fato de que em menos de vinte anos os EUA, maior potência bélica do mundo, não só criou uma nova disciplina de Inteligência, como criou uma Agência do mesmo nível da Agência Central de Inteligência (CIA), indicando uma tendência a nível mundial, para o aperfeiçoamento da produção de conhecimentos de Inteligência empregando as fontes de imagens e as informações geográficas integradas por meio da metodologia da Geointeligência.

O uso da GEOINT apresenta diversas potencialidades que podem ser exploradas de forma a agregar valores nos processos decisórios do EB. Moura Alves (2018) enumerou algumas delas, as quais podem ser resumidas em:

- a. Sistematização e a otimização da produção de conhecimentos pelo sensoramento remoto, nos diversos níveis, com os dados obtidos pelas demais fontes de inteligência, endossando a capacidade integradora da GEOINT;
- b. Redução do tempo de execução do ciclo decisório nos diversos escalões, por meio de informações mais precisas e oportunas, as quais só são possíveis através da visualização detalhada das áreas de atuação;
- c. Realização de simulações dos efeitos meteorológicos nas operações militares, pode modificar o planejamento das ações subsidiárias⁵ e das atividades a serem realizadas.
- d. Identificação e levantamento de alvos de interesse, e de suas atividades desenvolvidas, oferecendo vantagens estratégicas ao País;
- e. Melhor compreensão da situação atual e projeção de eventos e cenários futuros, também são possibilidades trazidas pela GEOINT ao EB, favorecendo a manutenção de um banco de dados que permita uma maior integração com outras fontes, bem como, a análise de suas séries históricas;

⁵ Ações subsidiárias são definidas, de acordo com o manual MD35-G-01 (Glossário das Forças Armadas) como a Ação ou atividade, executada pelas forças armadas, visando à cooperação

f. Utilização da GEOINT pode criar melhores condições para o surgimento de um ambiente propício à inovação e a rápida absorção de novas tecnologias, fortalecendo o campo da Ciência e Tecnologia no EB.

4. PANORAMA DAS GEOTECNOLOGIAS ATUAIS

O avanço tecnológico, tem trazido benefícios diversos para toda a humanidade ao longo dos tempos, em especial no último século em que esta evolução tem se tornado cada vez mais rápida. Da mesma forma, quando aplicados às atividades de combate, os novos recursos tecnológicos acessíveis à sociedade civil, passam a influenciar de forma direta o planejamento e condução das operações militares.

Dessa realidade, pelos preceitos constantes do Manual EB20-MF-10.102 (2014), decorrem: o surgimento de novos sistemas e plataformas militares com alta tecnologia agregada; a facilidade de permanente acompanhamento e o maior poder de influência dos diversos atores sobre as operações em curso; e a facilidade de acesso à tecnologia por atores aparentemente mais fracos, fatores que os tornam ameaças a considerar.

Pode se dizer ainda, que as Geotecnologias – fornecem suporte a uma ampla variedade de usos, tais como: aquisição de dados de diferentes fontes, armazenamento e manipulação, análise, visualização e disponibilização (EB20-MC-10.209, 2014).

Seguindo essa linha de pensamento, entre as principais Geotecnologias apresentadas por este manual estão: os Sistemas Satelitais; Sensoriamento Remoto; Posicionamento Global por Satélite; Sistemas de Informações Geográficas; e o Processamento Digital de Imagens. Este capítulo, buscará descrever de que tratam estas tecnologias e acrescerá algumas outras.

4.1. Sistemas Satelitais

Entre as principais aplicações dos sistemas satelitais estão o Sensoriamento Remoto, a Meteorologia, as Comunicações e o Posicionamento Global. Em sua composição como Sistema, geralmente são constituídos por um Segmento Orbital, um Segmento de Operações Terrestres (Infraestrutura) e um Sistema de Distribuição de dados. De acordo com EB20-MC-10.209 (2014), no contexto da Geoinfo,

“os principais produtos são imagens da superfície terrestre, produtos sobre o relevo ou elevação digital e produtos sobre a deformação da Terra. A maioria dos atuais sistemas prioriza a velocidade de aquisição e de disseminação, em detrimento da qualidade da imagem”.

No que tange ao Sensoriamento Remoto, os avanços da capacidade computacional nos últimos tempos tem ocasionado uma melhora vertiginosa na capacidade de observação da Terra por estes sistemas. Em cerca de 30 anos, os objetos observados por sistemas satelitais passaram de dezenas de metros para centímetros nos dias de hoje.

Outra melhoria constante, tem sido na capacidade de revisita, ou seja, na capacidade de se observar um mesmo alvo ou cena por um período maior de tempo ao longo de um período de interesse. Tanto o aumento do número de satélites semelhantes, formando as chamadas constelações, quanto a possibilidade de alguns desses satélites de mover suas câmaras imageadoras, tem proporcionado uma capacidade cada vez maior de manter a observação de um alvo de forma contínua por mais tempo.

Em se falando da qualidade de dados, observa-se no Brasil, que a Diretoria de Serviço Geográfico (DSG), dentro dos trabalhos da Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR), vem trabalhando nas Especificações Técnicas para o Controle de Qualidade de Dados Geoespaciais (ET- CQDG), conforme se verifica em EB20-MC-10.209 (2014).

4.2. Sensoriamento Remoto

A definição de Sensoriamento Remoto (SR), que, de acordo com Avery e Berlin (1992), é um conjunto de técnicas e procedimentos tecnológicos que visam à representação e à coleta de dados da superfície terrestre por instrumentos que não estejam em contato físico com os objetos investigados, ou seja, sem a necessidade de contato direto, sendo resultado então das trocas de energia que resultam da interação entre a energia contida na radiação eletromagnética de determinado comprimento de onda e a contida nos átomos e nas moléculas do objeto de estudo, pois pelo fato de não haver contato físico, a forma de transmissão dos dados (do objeto para o sensor) só pode ser realizada por radiação eletromagnética, por ser esta a única forma de energia capaz de se propagar pelo vácuo.

Além da definição acima, na literatura podem ser encontradas diversas outras definições sobre Sensoriamento Remoto, desde as mais abrangentes, como “a aquisição de informação sobre um objeto sem que se entre em contato físico com ele” (ELACHI, 1987 apud NOVO, 2008), até as mais restritas, passando pelas que consideram diferentes especificidades.

O próprio Manual EB20-MC-10.209 (2014), diz que “o sensoriamento remoto é definido como um conjunto de técnicas empregado para levantar as características físicas de um objeto sem tocá-lo”, tendendo para a definição mais ampla.

Outra definição, tida por alguns autores como mais equilibrada e, mais focada atividade da Geoinformação, é a proposta por Novo (2014):

“a utilização conjunta de sensores, equipamentos para processamento de dados, equipamentos de transmissão de dados colocados a bordo de aeronaves, espaçonaves, ou outras plataformas, com o objetivo de estudar eventos, fenômenos e processos que ocorrem na superfície do planeta Terra a partir do registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias que o compõem em suas mais diversas manifestações”.

Os sensores remotos podem ser instalados em plataformas terrestres, aéreas ou orbitais, e podem ainda ser designados como ativos ou passivos:

a. Sensores Ativos:

Emitem um sinal eletromagnético e obtém uma resposta dos alvos. As tecnologias de sensoriamento ativo incluem: radares de abertura sintética (SAR), detecção de luminosidade e alcance (LIDAR) e sensores geofísicos” (EB20-MC-10.209, 2014).

b. Sensores Passivos:

Detetam a radiação solar refletida ou a emitida pelos objetos da superfície, dependendo de uma fonte de radiação externa para que possam gerar informação sobre os alvos de interesse. Os sensores passivos que possuem espelhos, prismas lentes em sua configuração são classificados de sensores óticos. Existem, entretanto, sensores passivos que operam na região de micro-ondas, e utilizam-se de antenas parabólicas refletoras para coletar a radiação e direcioná-las para os subsistemas de processamento e gravação. Esses sensores são conhecidos por radiômetros de micro-ondas”. (NOVO, 2008).

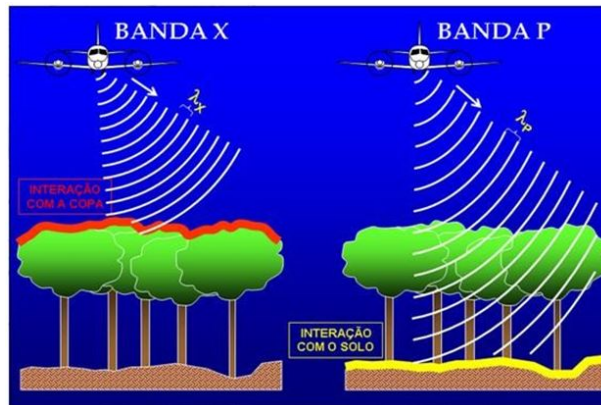


Figura 14: Interação da radiação na banda “X” e na banda “P” em regiões de floresta densa (Fonte: Corbari, 2014)

A *Figura 15* mostra imagens de uma mesma região na Amazônia. A da esquerda é proveniente de um sensor ótico, onde se percebe as vantagens da composição colorida para identificação de objetos, porém com presença de nuvens para prejudicar esta identificação. A outra é uma imagem de um sensor radar, com a ausência de nuvens, no entanto, com a necessidade de profissionais especializados para extrair os dados de interesse.

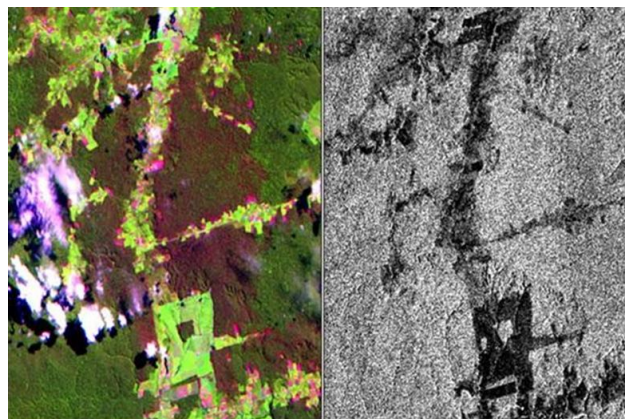


Figura 15: Exemplo de imagem ótica (TM-Landsat) e radar (JERS-1), Região Amazônica (Fonte: Corbari, 2014)

Outras características importantes inerentes ao Sensoriamento Remoto são as que dizem respeito seus tipos de resolução. De acordo com EB20-MC-10.209 (2014):

- a. resolução espacial: “menor área da superfície terrestre observada instantaneamente por cada sensor”.
- b. resolução espectral: “número e largura de bandas do espectro eletromagnético nas quais a área foi imageada”.
- c. resolução radiométrica: nível de quantização registrado pelo sistema sensor, que depende do número de bits utilizados.

d. resolução temporal: “intervalo entre duas passagens do satélite pelo mesmo ponto”.

Com o objetivo de elucidar melhor o assunto no que se refere as diferentes resoluções, a *figura 16* mostra uma representação da resolução espectral e a *figura 17* mostra imagens monocromáticas e coloridas (composição colorida 03 bandas) com diferentes resoluções espaciais.

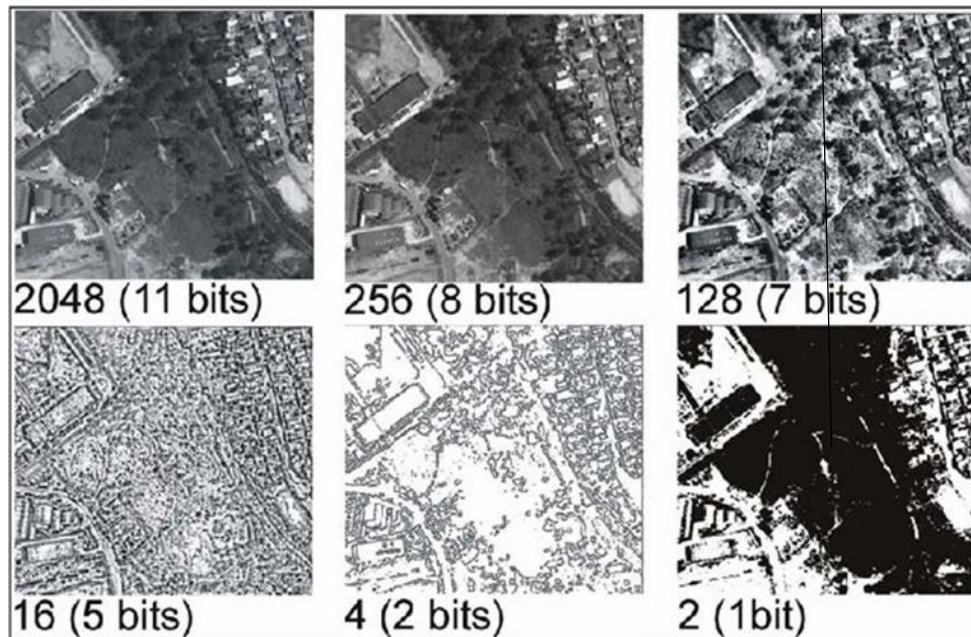


Figura 16: Exemplo de Imagens em diversas resoluções radiométricas. (Fonte: ENGESAT, 2020)



Figura 17: Imagens Monocromáticas e Coloridas com Diferentes Resoluções Espaciais de mesma Porção da Superfície Terrestre. (Fonte: EB20-MC-10.209, 2014)

4.3. Sistemas de Posicionamento Globais

Os três principais sistemas de posicionamento global por satélites com abrangência global em funcionamento atualmente, de acordo com EB20-MC-10.209 (2014), são:

- a. GPS (*Global Positioning System*), dos Estados Unidos da América
- b. Galileo, da Europa
- c. GLONASS, da Rússia

Esses sistemas se baseiam no conceito de Sistemas Globais de Navegação por Satélite (GNSS). Com isso, “o usuário tem a possibilidade de determinar sua posição, por meio de recetores GNSS, a partir de sinais de qualquer combinação de satélites pertencentes a qualquer um dos sistemas” (EB20-MC-10.209, 2014).

EB20-MC-10.209 (2014) ressalta ainda que “os recetores dos sinais GNSS podem ser de navegação, que possibilitam a obtenção de coordenadas com precisão variando entre 10 e 15 metros, ou geodésicos, que propiciam precisão milimétrica”.

Cabe ressaltar, conforme lembra *Corbari (2014)*, que há diferentes métodos de posicionamento GNSS. Para se obter a precisão milimétrica, por exemplo, deve-se atentar para o uso dos métodos e recetores mais adequados.

4.4. Processamento Digital de Imagens

Conforme ITC (2010), um sistema de processamento de imagens consiste em um sistema computacional que é especificamente projetado para processar imagens digitais e extrair informações a partir delas por meio da visualização dos dados ou da aplicação de modelos e técnicas de reconhecimento de padrões.

Segundo EB20-MC-10.209 (2014):

“A função principal do processamento digital de imagens de sensoriamento remoto é a de fornecer ferramentas para facilitar a identificação e a extração da informação contida nas imagens, para posterior interpretação. O resultado desse processo é a produção de outras imagens, as quais já contêm informações específicas, extraídas e realçadas a partir das imagens de entrada”.

Entre esses sistemas, destacam-se, conforme EB20-MC-10.209 (2014), as Estações Fotogramétricas, “que permitem a reconstrução tridimensional automática do terreno em ambiente digital, a partir de imagens bidimensionais obtidas por sensores remotos”.

4.5. Sistemas de Informações Geográficas

Na bibliografia existente sobre os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), existem também, como ocorre com outros conceitos, diversas definições, sendo que uma das que se destaca é a apresentada por Teixeira et al (1995 apud CORRÊA, 2000):

“um conjunto de programas, equipamentos, metodologias, dados e pessoas (usuário), perfeitamente integrados, de forma a tornar possível a coleta, o armazenamento, o processamento e a análise de dados georreferenciados, bem como a produção de informação derivada de sua aplicação”.

Independente do conceito que se utilize, pode se dizer, em linhas gerais, que os SIG tem por objetivo auxiliar e automatizar a gestão da informação possibilitando, entre outras coisas, a simulação de cenários complexos, com a geração de soluções em tempo real, bem como possibilita a manipulação de dados matriciais, entretanto com maiores restrições.

De acordo com *Corbari (2014)*, os SIG têm como cerne a capacidade de análise e têm sido fortemente utilizados no apoio aos processos decisórios. Ressalta-se, no entanto, que, assim como as bases cartográficas não se atualizam sozinhas e as imagens não são processadas sozinhas, os SIG também necessitam de planejamento, recursos, coleta de informações, pessoas programando para que as consultas e análises possam ser executadas de forma automática pelos usuários.

Em se tratando de Inteligência, os SIG, normalmente, só vão poder atingir os resultados esperados, auxiliando na produção de conhecimentos, quando se utilizam de imagens de alta ou altíssima resolução, sejam de sensores orbitais ou embarcados em aeronaves, que irão captar as minúcias dos dados necessários para os analistas de Inteligência.

A resolução de uma imagem caracteriza o nível de detalhe que a mesma possui. Dentro dessa premissa, resoluções mais altas trazem mais detalhes na imagem sobre a área imageada. A gradação em nível de detalhamento que pode ser observada em objetos na superfície da Terra é conhecido como resolução espacial, podendo ser definida ainda,

como a capacidade de um sensor em observar ou captar dados sobre objetos em relação ao seu tamanho real.

Para exemplificar o que foi dito, pode se dizer que em uma imagem com resolução espacial de 5m, cada pixel ⁶ tem 5m x 5m, o que significa que qualquer objeto com dimensões menores que 5m não será, como regra geral, visível na imagem.

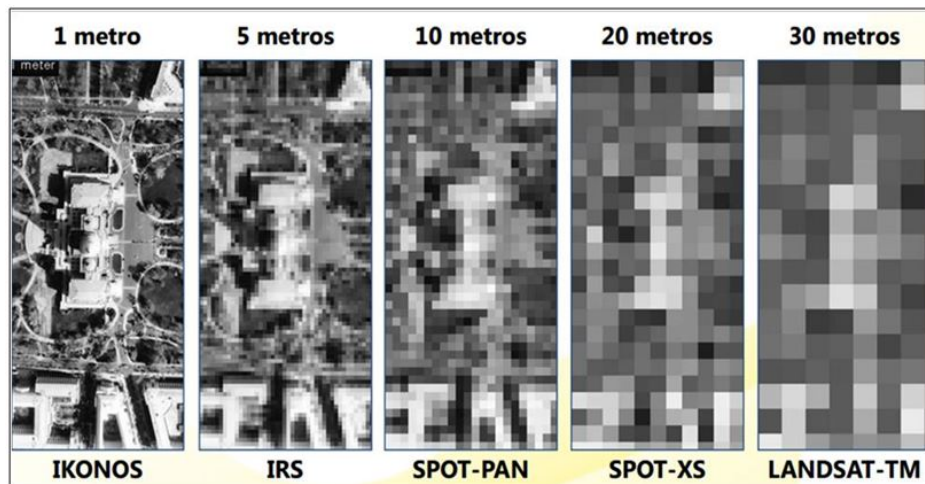


Figura 18: Níveis de detalhamento. (Fonte: EngeSat, 2020)

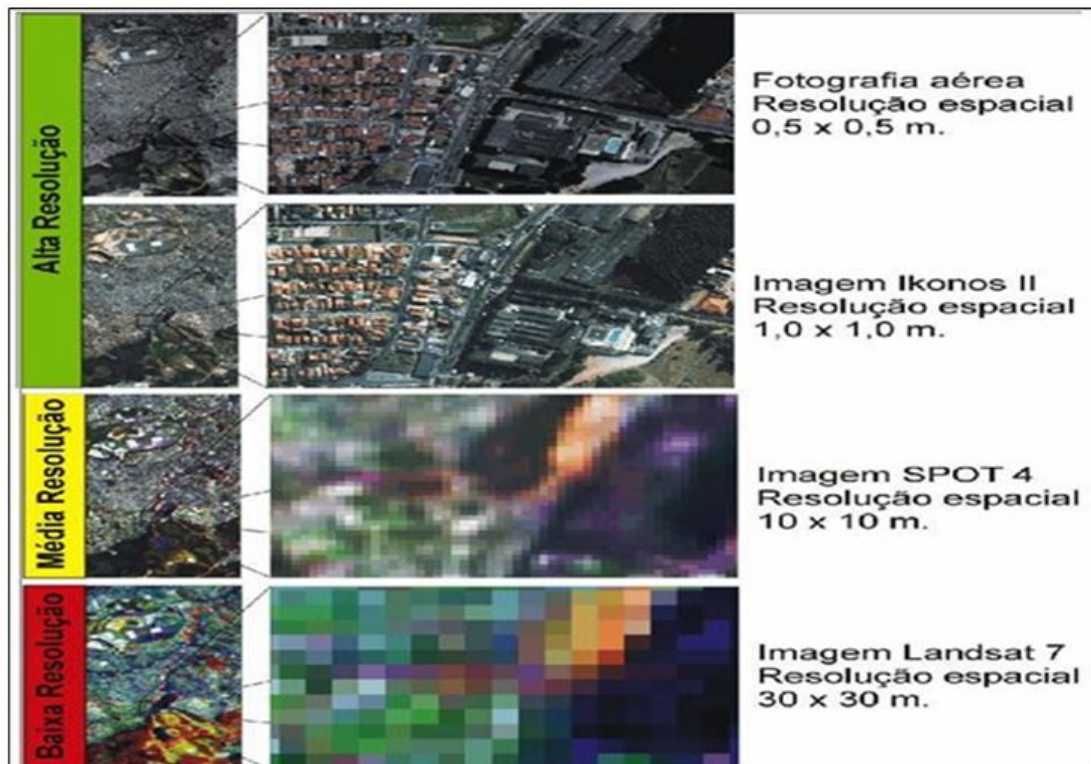


Figura 19: Exemplos de diferentes tipos de resoluções. (Fonte: Melo, 2002)

⁶ Pixel é um ponto numa imagem, ele é representado pela forma de um quadrado. A soma de vários destes pontos é que forma uma imagem.

4.6. Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas

Um meio tecnológico bastante atual e que vem sendo cada vez mais empregado em ecossistemas diversos, conforme apresenta o manual EB20-MC-10.214 (2014), são os drones, que quando preparados para emprego militar, passaram a ser chamados no EB de Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP), compondo sistemas complexos denominados de Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas, que, em algumas fontes bibliográficas, são também conhecidos por Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT).

Entre as principais características que fomentaram o emprego militar dos SARP nas operações terrestres está a capacidade desses sistemas de permanecer em voo por longos períodos, particularmente, sobre áreas hostis, seja do ponto de vista de beligerâncias quanto das condições ambientais terrestres.

Originalmente, os SARP passaram a ser utilizados no EB, com objetivo de complementar e reforçar capacidades de outros sistemas, mas, principalmente para atuar como seus substitutos, em situações onde o risco ou o desgaste imposto aos recursos humanos envolvidos fosse demasiadamente alto ou inaceitável (EB20-MC-10.214, 2014).

Outro ponto importante na concepção de emprego dos SARP em apoio as Operações do Exército, diz respeito a possibilidade de complementar a busca de dados com outros vetores aéreos diversos, adequando esses sistemas aos diferentes elementos de emprego e atuando de forma integrada à manobra terrestre.

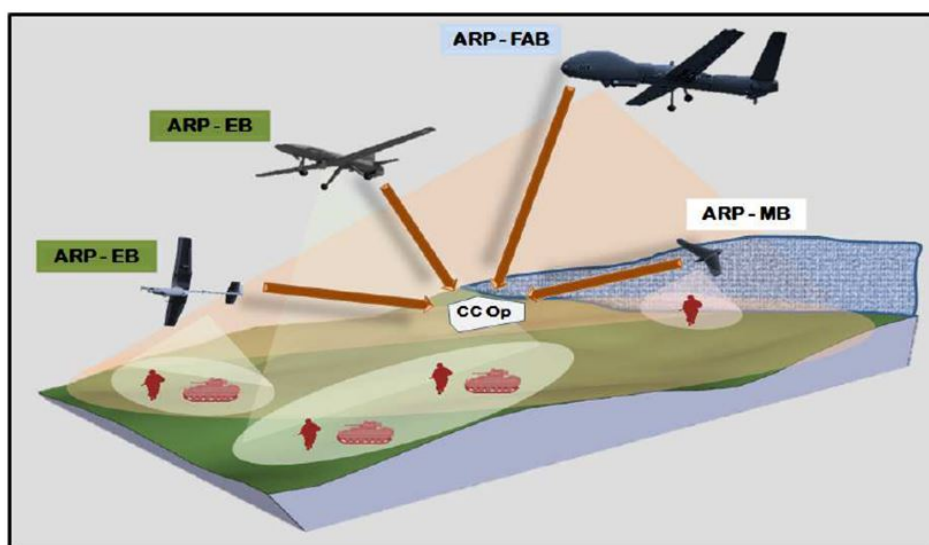


Figura 20: Complementaridade dos vetores aéreos tripulados e SARP (Fonte: EB20-MC-10.214, 2014)

Para o EB20-MC-10.214 (2014), os SARP são componentes essenciais para ampliar o alcance e a eficácia das operações terrestres, pois – atuando como multiplicadores do poder de combate – possibilitam a Força Terrestre (F Ter) antecipar-se às mudanças nas condicionantes de um ambiente operativo que se mantêm em constante evolução. Ademais, permitem aos comandantes obter vantagens significativas sobre o oponente, sendo a principal delas a superioridade das informações.

Ainda de acordo com o que consta no Manual EB20-MC-10.214 (2014), em geral, um SARP é composto de três elementos essenciais: o módulo de voo, o módulo de controle em solo e o módulo de comando e controle. Inclui, ainda, a infraestrutura de apoio e os recursos humanos necessários à sua operação.

O módulo de voo consiste de: vetor aéreo (aeronave propriamente dita); carga paga ou útil (*payload*), que compreende os equipamentos embarcados, tais como optrônicos, rádios, armamento e outros; módulo de controle em solo, com a Estação de Controle de Solo (ECS); módulo de comando e controle com todos os equipamentos necessários para realizar os enlaces para os comandos de voo e transmissão de dados da carga útil; e infraestrutura de apoio que compreende todos os recursos destinados a prover a sustentabilidade da operação de um SARP.

A *figura 21* apresenta, genericamente, o desdobramento dos módulos funcionais típicos dos SARP empregados pela F Ter.



Figura 21: Visualização dos módulos funcionais dos SARP da F Ter (Fonte: EB20-MC-10.214, 2014)

Ainda segundo o manual EB20-MC-10.214 (2014), existem vários parâmetros para a classificação dos SARP, tais como os parâmetros de desempenho, a massa (peso) do veículo, a natureza das ligações utilizadas, os efeitos produzidos pela carga paga, as necessidades logísticas ou o escalão responsável pelo emprego do sistema.

Para a F Ter, o nível do elemento de emprego é a principal referência para a definição das categorias, conforme descrito *figura 22* a seguir.

Categoria	Nomenclatura Indústria	Atributos				
		Altitude de operação	Modo de Operação	Raio de ação (km)	Autonomia (h)	Nível do Elemento de Emprego
6	Alta altitude, grande autonomia, furtivo, para ataque	~ 60.000 ft (19.800m)	LOS/BLOS	5.550	> 40	MD/EMCFA ³
5	Alta altitude, grande autonomia	até ~ 60.000 ft (19.800m)	LOS/BLOS	5.550	> 40	
4	Média altitude, grande autonomia	até ~ 30.000 ft (9.000m)	LOS/BLOS	270 a 1.110	25 - 40	C Op
3	Baixa altitude, grande autonomia	até 18.000 ft (5.500m)	LOS	~270	20 - 25	F Op
2	Baixa altitude, grande autonomia	até 10.000 ft (3.300m)	LOS	~63	~15	GU/BiaBa/Rgt ²
1	Pequeno	até 5.000 ft (1.500m)	LOS	27	~2	U/Rgt ¹
0	Micro	até 3.000 ft (900m)	LOS	9	~1	Até SU

1. Orgânicos de Grande Unidade.
2. Atuando em proveito da F Op ou na vanguarda de GU.
3. No contexto da Estrutura Militar de Defesa.

Figura 22: Classificação e categorias dos SARP para a F Ter (Fonte: EB20-MC-10.214, 2014)

Dentro deste contexto, com a criação e ativação do Batalhão de Inteligência Militar (BIM), a alguns anos, o EB passou a ter a possibilidade de desenvolver e testar a doutrina e emprego dos SARP e da IMINT em atividades e operações de Inteligência Militar, através de sua Companhia de Sensores de Fontes Tecnológicas, a qual se subordina um Pelotão de Inteligência de Imagens (Pel Intlg Img).

A principal atividade do Pel Intlg Img, de acordo com Manual EB70-MC-10.302 (2018) é realizar a obtenção de dados oriundos dos sensores de imagens, por meio do sensoriamento remoto, produzindo um Relatório de Interpretação de Imagem (RII) sobre um alvo e/ou realizar Ações de Vigilância Aérea sobre Regiões de Interesse para Inteligência (RIPI) da Força apoiada.

4.7. Modelos Digitais de Elevação

Uma maneira muito eficiente de se representar uma superfície real de forma digital é a criação de modelos digitais, seja por equações analíticas ou por redes de pontos. A partir desse tipo de modelo pode-se gerar imagens sombreadas ou em níveis de cinza do terreno, desenhar perfis e seções transversais, criar mapas de declividade e se obter perspectivas tridimensionais da realidade.

Existem diversas denominações para conceituar os modelos que representam tridimensionalmente os diferentes fenômenos que ocorrem no espaço geográfico. Dentre eles podemos citar o Modelo Digital do Terreno (MDT), Modelo Numérico do Terreno (MNT), Modelo Digital de Elevação (MDE) e o Modelo Digital de Superfície (MDS). (Egg, 2012).

O presente estudo se atém à conceituação do MDS, o qual tem uma produção mais simples e rápida, para o uso em planejamentos militares. O Modelo Digital de Superfície (MDS) representa a superfície terrestre acrescida de quaisquer objetos existentes sobre ela e que interferem no valor da reflectância do pixel. Desta maneira, se existirem formações vegetacionais ou edificações, por exemplo, a superfície representada será ao topo destas feições. (Egg, 2012)

Os MDE têm sido empregados, já faz algum tempo, em diversas áreas, e no que se refere a área militar, uma das suas utilidades é favorecer uma representação do terreno mais próxima da realidade, seja para fins de planejamento operacional, seja para atividades de Comando e Controle de tropas já em operações. Entretanto, atualmente, esta ferramenta ainda é pouco explorada pelo EB.

Para além destas técnicas que serão alvo deste estudo, existem hoje em dia, como estado da arte, meios inovadores que nos possibilitam a aquisição dos dados para a criação de um MDS, como por exemplo a utilização de radares baseados em plataformas aéreas ou de satélite como a tecnologia Interferometric Synthetic Aperture Radar (IFSAR) e o Light Detection and Ranging (LIDAR) também possível como meio terrestre, tanto para uso topográfico como batimétrico (Pinto e Souza, 2014)

Os MDE, também podem ser gerados a partir de levantamentos GPS e topográficos, e pelo uso da fotogrametria, que se trata da aquisição de pares estereoscópicos de imagens, adquiridos por câmaras aerofotogramétricas ou sistemas sensores satelitais, de uma

mesma área, de forma a possibilitar a geração do modelo digital, mas os mesmos não serão alvos deste estudo.

Por fim, cabe ressaltar, que sendo uma tecnologia relativamente recente e em franco desenvolvimento, as possibilidades de emprego presente e future deste tipo de ferramenta são quase ilimitados.

5. PLANEJAMENTO DAS OPERAÇÕES MILITARES

Como já citado, as ações militares desde seus primórdios são caracterizadas por uma fase de intenso estudo e planejamento das ações futuras.

Da mesma forma, o conhecimento do terreno, sempre foi decisivo no planejamento dos grandes chefes militares. Aníbal, comandante das tropas cartaginesas durante as guerras púnicas (216 a.C.), soube bem aproveitá-lo na Batalha de Cannas para vencer os romanos. Napoleão buscou preparar este espaço geográfico de batalha, adequadamente, por intermédio da sua engenharia, para derrotar o Exército russo em Austerlitz (VANUCHI, 2004).

Já o Duque de Caxias, na Guerra da Tríplice Aliança, de acordo com Vargas (2017), só pôde avançar sob o território paraguaio - que era totalmente desconhecido pelas tropas aliadas - depois de reconhecê-lo por meio dos balões.

Os avanços tecnológicos do campo de batalha têm reduzido o tempo disponível e ampliado as possibilidades que devem ser consideradas no processo de tomada de decisão operacional (Hoepers e Santos, 2001), utilizando-se, para isso, o Processo de Integração Terreno, Condições Meteorológicas e Inimigo (PITCI).

Segundo eles, o PITCI é a maneira como os fatores citados são manipulados de forma gráfica, permitindo a análise sistemática e contínua. Para tanto, ele se divide em quatro fases: 1ª fase - determinação e avaliação da área de operações; 2ª fase - estudo do terreno e das condições meteorológicas; 3ª fase - avaliação do inimigo; e 4ª fase - integração.

Apesar de alguns manuais recentes já contemplarem informações e exemplos de possibilidades de emprego de Geotecnologias em apoio ao Processo de Integração do Terreno, Condições Meteorológicas e Inimigo (PITCI), como regra geral, o Exército

Brasileiro, ainda se utiliza da sobreposição de calcos em papel transparente com as diversas análises realizadas, para se chegar ao chamado “calco de restrições ao movimento”.

O uso de ferramentas digitais de Geotecnologias ainda é incipiente neste tipo de estudo dentro da Força Terrestre.

5.1. Planejamento da Inteligência

O planejamento de inteligência ocorre dentro dos níveis político, estratégico, operacional e tático, nos diversos centros de decisão, entretanto, no campo militar, os conflitos são conduzidos apenas nos níveis estratégico, operacional e tático.



Figura 23: Níveis de planejamento da inteligência (Fonte: EB20-MF-10.207, 2015)

O Manual EB20-MF-10.207 (2015) detalha esses níveis conforme pode ser visto nas descrições expostas em seguida.

No nível do Planejamento Estratégico, as condicionantes e as diretrizes políticas são transformadas em ações estratégicas, voltadas para os ambientes externo e interno, a serem desenvolvidas setorialmente pelos diferentes ministérios, de maneira coordenada com as ações da expressão militar. A atividade de inteligência no nível estratégico necessita de ampla margem de tempo para atuar, a fim de elaborar um banco de dados consistente e de múltiplas fontes e naturezas.

No caso do Nível Operacional, a Inteligência centra seus esforços na busca de conhecimentos sobre o Teatro de Operações e as forças oponentes que podem atuar sobre o espaço de batalha. A Inteligência, assim, analisa e avalia a ameaça real ou potencial quanto à sua importância, intensidade e magnitude.

A execução da atividade de inteligência, visando à produção dos planos táticos, segue a mesma metodologia de planejamento dos níveis estratégico e operacional, sendo realizada pela função de combate inteligência. A Seção de Inteligência do Comando

operativo elabora a análise de inteligência e o Anexo de Inteligência dos seus planos táticos.

Ao final desse processo, são relacionadas as NI e elaborados POC, visando a adequar e priorizar os Pedidos de Inteligência (PI).

5.2. O exame de situação de Inteligência

O Exame de Situação é o processo sistemático de planejamento detalhado de emprego dos elementos da F Ter que visa a dar uma sequência lógica e ordenada aos diversos fatores que envolvem o processo decisório nas Operações no Amplo Espectro (EB70-MC-10.307, 2016).

O Exame de Situação do comandante tático é composto por etapas que podem ser desenvolvidas de forma simultaneamente ou não, sendo que a profundidade com que será executado dependerá do tempo disponível, pois, a necessidade de desencadeamento de uma operação, poderá ocorrer em semanas, dias ou mesmo em algumas horas.

Pode se dizer ainda que os avanços tecnológicos do combate moderno têm reduzido o tempo disponível e ampliado as possibilidades que devem ser consideradas no processo de tomada de decisão operacional, o que obriga que o Exame de Situação seja um processo dinâmico e multidimensional, que deve propiciar decisões tanto sobre as operações correntes quanto o planejamento de operações futuras.

Dentro deste contexto, para se atingir a eficácia esperada no estudo a ser realizado, devem ser analisadas as influências do Ambiente Operacional. Cada aspecto do Ambiente de Operações será analisado separadamente e feita uma conclusão parcial a seu respeito, sendo finalmente integrada esta conclusão parcial com as conclusões finais relativas a todos os aspectos.

5.3. Processo de Integração do Terreno, Condições Meteorológicas, Inimigo e Considerações Cíveis

De acordo com o Manual EB20-MC-10.103 (2014), o resultado da análise detalhada da ameaça/inimigo, devidamente integrada com o terreno, com base na metodologia própria do Processo de Integração Terreno, Condições Meteorológicas, Inimigo e Considerações

Civis, redunda em diversos produtos, os quais são utilizados no decorrer do planejamento de emprego das forças terrestres nas operações militares.

A primeira fase do PITCIC, a definição do ambiente operacional, ocorre em paralelo a primeira fase do exame de situação, onde se identifica a zona de ação e determinação da área de interesse.

Durante a segunda fase do exame de situação, a Inteligência fica responsável por realizar a segunda fase do PITCIC, identificação dos Efeitos Ambientais sobre as Operações e, em seguida, inicia a terceira fase, com a avaliação da ameaça.

Através dos produtos do PITCIC, referentes a descrição dos efeitos do ambiente operacional, é possível identificar restrições às possíveis linhas de ação das nossas forças e aspetos essenciais do ambiente operacional, como vias de acesso, áreas de engajamento e zonas de aterragem, os quais são integrados às possíveis linhas de ação.

A avaliação do inimigo fornece informações detalhadas sobre seu dispositivo, composição, valor, atividades recentes e atuais, peculiaridades e deficiências, dados que o EM necessita para as estimativas correntes e o planejamento. O PITCIC deve proporcionar uma clara compreensão do centro de gravidade do inimigo, para que possa ser explorado pelas nossas forças. Após analisar a situação, tendo a compreensão do inimigo e de nossas forças, inicia-se a fase de estudo das possibilidades do inimigo com o objetivo de chegar às suas possíveis linhas de ação e, na sequência, levantar as nossas próprias linhas de ação (EB70-MC-10.307, 2016).

A Inteligência deve determinar a maior quantidade possível de linhas de ação do inimigo, no tempo que houver disponível, visando permitir o aperfeiçoamento das linhas de ação em estudo e proporcionar, na fase seguinte, que possam ser descritas e devidamente relacionadas suas vantagens e desvantagens.

Por fim, após todo o processo e devida avaliação das vantagens de cada linha de ação, com base nos estudos realizados e apresentados ao Cmt, o mesmo selecionará a linha de ação que, a seu ver, melhor se preste ao cumprimento da missão.

5.4. O Ambiente Operacional

Uma definição para Espaço de batalha pode ser encontrada no manual EB20-MC-10.211 (2015), como sendo:

[...] a Dimensão física e virtual onde ocorrem e repercutem os combates, abrangendo as expressões política, econômica, militar, tecnológica e psicossocial do poder, que interagem entre si e entre os beligerantes. Compreende todas as dimensões, tangíveis e intangíveis, nas quais o comandante deve aplicar o seu poder de combate. O Campo de Batalha está incluído no Espaço de Batalha.

Para Costa (2014) o Espaço de batalha, poderá ser utilizado como um sinônimo para TO, sendo o espaço geográfico necessário à condução das operações militares, para o cumprimento de determinada missão militar, englobando o necessário apoio logístico. Seus limites serão inicialmente estabelecidos por ocasião do planejamento estratégico para fazer frente a determinadas ameaças à integridade do território nacional.

Por outro lado, o Manual EB20-MC-10.103 (2014) define o Campo de Batalha como parte do TO/Área de Operações (AOp) em que as ações ocorrem concomitantemente, mediante a realização de operações militares, visando a imprimir a derrota da força oponente e a rápida conquista dos objetivos pretendidos. O Campo de Batalha é designado pelo próprio comandante encarregado de conduzir a batalha. (Figura 24).

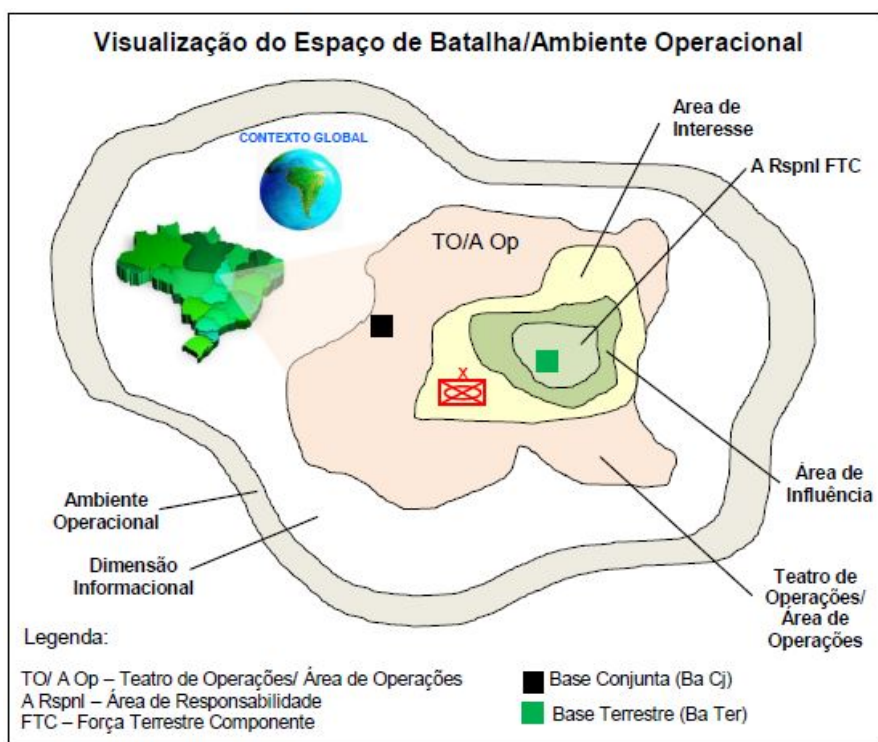


Figura 24: Visualização do Espaço de Batalha (TO) e Ambiente Operacional. (Fonte: EB 20-MF-10.103, 2014).

Manual EB20-MC-10.103 (2014) afirma ainda que as dimensões físicas e tangíveis do Campo de Batalha são definidas pela Área de Responsabilidade, Zona de Ação, Área de Influência e Área de Interesse. Tais dimensões interagem, condicionam e conformam a área geográfica de um Comandante para desenvolver operações militares no Amplo Espectro dos Conflitos.

Dentro dessa perspectiva, o Comandante Supremo deverá estabelecer uma área geográfica, aonde as operações militares deverão ocorrer sob a responsabilidade de um comandante militar a ele diretamente subordinado, conforme previsto na Doutrina de Emprego Combinado das Forças Armadas.

No que tange à dimensão física, os elementos da F Ter devem ser aptos para operarem em áreas estratégicas previamente definidas como prioritárias, dentro ou fora do Território Nacional. Além disso, os ambientes com características especiais (terreno difícil, clima extremo, vegetação peculiar, áreas edificadas etc.), incluindo condições meteorológicas altamente desfavoráveis, exigem tropas com capacidades peculiares. (EB20-MC-10.103, 2014)

Identificar corretamente as características importantes do ambiente, da Zona de Ação (ZA), da Área de Influência e da Área de Interesse (AI) permitirá que os esforços de coleta e de busca sejam focados nas áreas e características de maior interesse ao cumprimento da missão, gerando economizando de recursos e de tempo.

Para visualizar melhor as etapas da primeira fase do PITCIC elas se encontram listadas na figura a seguir:

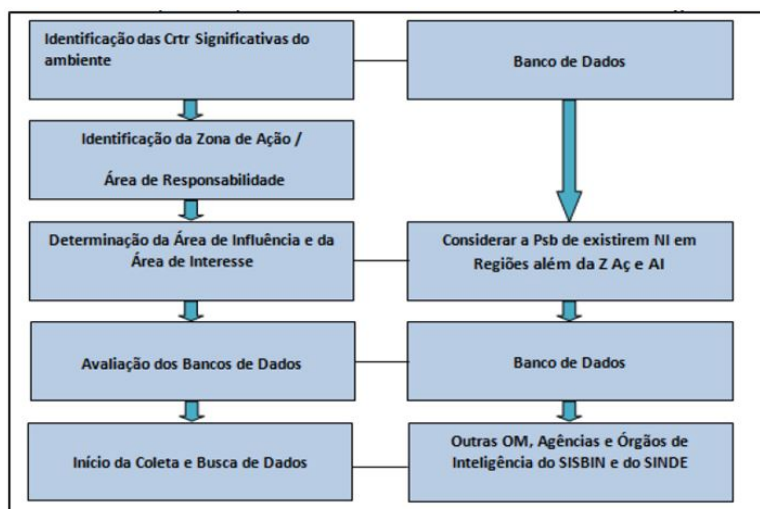


Figura 25: As cinco etapas da primeira fase do PITCIC (Fonte: EB70-MC-10.307, 2016)

As áreas a serem analisadas na 1ª Fase do PITCIC são a ZA, a Área de Influência e a AI. As definições destes conceitos pelo EB70-MC-10.307 (2016) são:

- a. ZA é a delimitação de área e espaço aéreo correspondente, com a finalidade de atribuir responsabilidades operativas à determinada força ou unidade, em um espaço de manobra adequado e compatível com suas possibilidades.
- b. Área de Influência é aquela na qual o comandante é capaz de influenciar diretamente no curso do combate, mediante o emprego de seus próprios meios. Ela ainda, é determinada pelo alcance dos sistemas orgânicos e dos outros meios sob o controle do comandante em um dado momento. Sua definição sofre influência do terreno e das condições meteorológicas.
- c. AI é a área geográfica que se estende além da Área de Responsabilidade/ZA. É constituída por áreas adjacentes ou não à zona de ação, tanto à frente como nos flancos e retaguarda, onde os fatores e acontecimentos que nela se produzam possam repercutir no resultado ou afetar as ações, as operações atuais e as futuras.

5.5. Efeitos do Ambiente sobre as Operações

A finalidade de se realizar a análise do terreno, das condições meteorológicas e das considerações civis é a de determinar os efeitos que estes fatores geram sobre as operações militares.

Por meio do estudo destes fatores, são geradas representações gráficas que permitem a visualização da AOp. Como existe uma profunda ligação e interferência das condições meteorológicas sobre os aspectos do terreno este processo requer sempre que estes dois fatores, em especial, sejam analisados de forma simultânea e integrada.

O início da análise do terreno e condições meteorológicas, como era de se esperar, deve partir de uma base de dados. Para tal, deve-se comparar as necessidades existentes de dados ou de conhecimentos com aquilo que já se tem no banco de dados disponível.

Com essa verificação, podem ser definidos os aspectos essenciais do terreno, condições meteorológicas e considerações civis que devem ser foco de busca e/ou coleta para tornarem-se conhecidos. Nesse sentido, o estudo dos efeitos ambientais sobre as operações ocorre em cinco etapas.

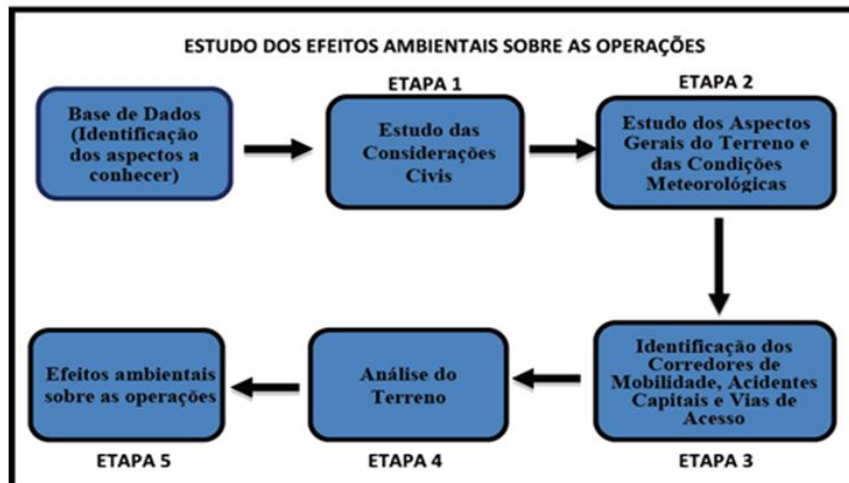


Figura 26: Etapas do estudo dos efeitos ambientais sobre as operações (Fonte: EB70-MC-10.307, 2016)

Como pode ser visto na *figura 26*, e de acordo com o que prescreve o Manual EB70-MC-10.307 (2016) as etapas dos estudos dos efeitos ambientais sobre as operações são:

- a. Estudo das Considerações Cívicas: nesta etapa, faz-se o levantamento da influência da cultura e das atividades da população local sobre o (a) TO/AOp e a condução das operações sobre essas populações. Inclui efeitos da infraestrutura, das instituições e organizações cívicas e da liderança política/ civil local. As considerações cívicas compreendem seis vetores: áreas, estruturas, capacidades, organizações, pessoas e eventos.
- b. Estudo dos Aspectos Gerais do Terreno e das Condições Meteorológicas: a seguir, é realizado o estudo gráfico dos diversos aspectos gerais do terreno (relevo, vegetação, natureza do solo, hidrografia, obras de arte, localidades e vias de transporte). Simultaneamente é realizado o estudo dos elementos meteorológicos que podem influenciar nas operações. A integração desses dados permite uma visão clara de todos os fatores que facilitam, dificultam ou impedem a mobilidade. Ao final desta etapa, é produzido o Calco de Restrições ao Movimento, cuja finalidade é identificar as áreas e setores onde uma força terá seu movimento facilitado ou dificultado.
- c. Identificação dos Corredores de Mobilidade, Acidentes Capitais e Vias de Acesso: após a elaboração do calco de restrições ao movimento, serão levantados os corredores de mobilidade, acidentes capitais e as vias de acesso que nossas forças poderão utilizar, bem como as do inimigo. Tal identificação deve considerar a natureza de todas as tropas que podem ser empregadas na área.

d. Análise do Terreno: a análise do terreno, orientada principalmente para as vias de acesso, consiste em uma avaliação dos aspectos militares do ambiente operacional para determinar seus efeitos nas operações militares. Serão considerados os seguintes fatores: observação e campos de tiro, cobertas e abrigos, obstáculos, acidentes capitais e outros fatores relevantes, dentro da situação específica. A análise do terreno não é o produto do processo. É o meio para a determinação de “onde” e “por onde” podem ser mais bem exploradas as oportunidades que o terreno nos oferece e de “como” ele afeta as possíveis linhas de ação do inimigo.

e. Efeitos Ambientais sobre as Operações: finalmente, nesta etapa, deverá ser visualizado o movimento em cada via de acesso. A reação do movimento com todos os aspectos militares e gerais, já estudados, permitirá a determinação dos efeitos do terreno, das condições meteorológicas e das considerações civis sobre as operações das nossas forças e as do inimigo.

Como foi verificado, após o estudo das considerações civis, terreno e condições meteorológicas, devem-se concluir sobre os efeitos desses fatores sobre as operações amigas e inimigas. Este estudo irá se ater sobre os efeitos do Terreno, que é o foco do presente estudo, mas abordará também em alguns momentos, sucintamente os efeitos das Condições Meteorológicas, pela estreita relação entre os dois.

Após o término do processo de estudo do terreno, deve se chegar à conclusão quanto aos seus efeitos sobre as operações, tanto das forças amigas, como das inimigas. Essa conclusão é obtida pela visualização do movimento através das vias de acesso e da respectiva reação da progressão com as particularidades do terreno.

Encerrando a análise, os aspectos levantados são integrados ao movimento, permitindo avaliar que efeitos a tropa que progride em uma determinada via de acesso sofrerá. Da mesma forma, são analisados os efeitos das condições meteorológicas para as forças amigas e inimigas.

Segundo EB70-MC-10.307 (2016), dentre os efeitos meteorológicos, deve-se destacar:

Transitabilidade - movimento pelas estradas e através campo

Visibilidade - influência da lua, de nevoeiros etc., sobre as operações militares;

Emprego de Fumígenos - a velocidade e a direção do vento, aliadas ao gradiente de temperatura, determinarão as condições de emprego de fumígenos;

Pessoal e Material - a influência das condições meteorológicas sobre o moral da tropa e as condições de conservação e desempenho dos equipamentos.

5.6. Aspetos Gerais do Terreno

São tidos como aspetos Gerais do Terreno os principais fatores a serem estudados em sua análise militar e, entre estes, os principais fatores são: relevo, vegetação, solo, hidrografia, obras-de-arte e localidades.

a. Relevo

Do ponto de vista militar, a superfície do terreno, que engloba elevações e depressões, é constituída por terrenos planos, ondulados, movimentados e montanhosos. Para poder fazer a análise de sua representação, observa-se presença e disposição das curvas de nível, um indicador analógico da declividade, de maneira a se obter uma ideia da forma do terreno.

Nesse sentido, vale lembrar que a declividade do terreno está diretamente relacionada com a mobilidade das tropas, sendo um fator importantíssimo para se montar um panorama confiável da trafegabilidade em uma AOp.

b. Vegetação

A influência da vegetação sobre as operações encontra-se vinculada, principalmente, a sua densidade, valendo a máxima de que quanto mais densa for, maior será a sua influência.

A vegetação pode influenciar, de diversas maneiras, as ações no Campo de Batalha, tendo destaque, no caso das atividades de emprego das Unidades em campanha, influenciando sobremaneira a tomada de decisão. Afinal, dependendo das condicionantes envolvidas, pode transformar-se em obstáculo ao movimento, impedido ou reduzindo o movimento de viaturas e tropas.

c. Solo

Quando em operações, a Inteligência Militar usa a análise do, para servir de subsídio para a análise do Terreno, através da verificação se o mesmo permite ou não boa trafegabilidade de tropas. No que tange as análises técnicas deste aspeto, que forem necessárias, a Engenharia Militar será responsável por fazer e enviar os dados para o Escalão Superior para que possam ser utilizados pela Inteligência.

A análise de consistência e de composição do solo determinará a transitabilidade, classificando-o de acordo com EB70-MC-10.307 (2016), num segundo momento, em impeditivo, restritivo ou adequado ao movimento de tropas.

A principal tabela usada pelo Exército para classificação da resistência dos solos:

SOLO SEGUNDO SUA RESISTÊNCIA	
CLASSIFICAÇÃO	RESISTÊNCIA (Kg/cm ²)
Rochoso	7,0 a 50,0
Pedregoso	5,0 a 7,0
Arenoso (grosso)	4,0 a 5,0
Arenoso (fino)	3,0 a 4,0
Argiloso com areia	2,0 a 3,0
Argiloso compacto	1,0 a 2,0
Argiloso úmido	0,75 a 1,0
Lamacento	0,5 a 0,75
Pantanoso	< 0,5

Tabela 2 - Resistência dos solos. (Fonte: EB70-MC-10.307, 2016).

Importante ainda, trazer à tona, que a permeabilidade, a estabilidade sob esforço e a capacidade de resistência são as principais propriedades do solo de interesse para o emprego militar. Entretanto, as duas últimas sofrem variações significativas segundo o grau de umidade existente, o que deixa claro, a necessidade de que o solo seja estimado com considerando às condições meteorológicas.

d. Hidrografia

Para o manual EB70-MC-10.307 (2016), a análise da hidrografia no estudo do terreno deve abranger todos os cursos d'água que, dentro da área de operações, impeçam ou dificultem o movimento.

Explica ainda, que os rios normalmente são acidentes importantes na condução das operações militares, seja como referência para coordenação e controle ou como obstáculo. Um rio pode ser um obstáculo transitório para o movimento, até que seja possível a construção de pontes, uso de botes de assalto ou travessia por helicóptero. A eficácia de um rio como obstáculo aumenta com a sua largura, velocidade da correnteza e profundidade.

Estes dados só podem ser obtidos por meio de reconhecimento técnico especializado de engenharia militar.

Por fim, ele afirma que os lagos são, normalmente, obstáculos ao movimento. A travessia, quando necessária, é realizada em veículos anfíbios ou em botes. Normalmente, o movimento através de pântanos ou de lodaçais é limitado às passagens elevadas. Os fundos de lodo e turfa impedem, normalmente, o movimento em terreno variado.

e. Obras-de-arte

Trata-se de estruturas artificiais, criadas pelo homem, e que compreendem pontes, valas, canais, represas, túneis, viadutos, aeródromos, vias fluviais, rodovias e ferrovias, por onde será possível o transporte de suprimentos e deslocamento de tropas.

A principal importância militar destas estruturas é a relação direta que existe entre elas e a transitabilidade, pois, as características particulares de cada uma, poderá facilitar ou dificultar o movimento de peças militares em campanha. Isso pode ser visualizado, com o exemplo de uma ponte quando a mesma evita um rio obstáculo, permitindo o prosseguimento do movimento, enquanto, sua inexistência ou destruição, poderá impedir esse prosseguimento.

f. Localidades

As localidades ou áreas urbanas, podem ser formadas por áreas funcionais distintas, como áreas comerciais, industriais, residenciais, essenciais, governamentais, militares e áreas de transporte e armazenamento.

O estudo militar das localidades deve estar direcionado a determinar o emprego ou não, de tropas nas localidades existentes em uma AOp. Isso se dá, pois, historicamente, as operações militares são sempre difíceis nestas áreas de concentração populacional.

Como resultado do estudo dos todos estes aspectos militares do terreno e levando em conta a influência sobre eles das condições meteorológicas é que se torna possível a confecção do Calco de Restrições ao Movimento.

5.7. Análise do Terreno

Para OLIVEIRA *et al.* (2008) quanto maior for o conhecimento disponível e mais eficiente sua integração com o processo decisório, mais eficazmente o comandante planejará e conduzirá a missão, com maiores possibilidades de obter êxito com o mínimo de perdas. Nas operações militares, a Inteligência Militar e as tropas de Engenharia possuem a atribuição de produzir os conhecimentos sobre o ambiente operacional e sobre a atitude mais provável a ser adotada pela força oponente, proporcionando ao comandante, entre outras ações, explorar o terreno e as condições meteorológicas em proveito próprio.

Com relação ao Terreno, são considerados os efeitos que este exercerá no curso das operações. O perfeito conhecimento das características do Terreno, decorrente da sua análise, permite ao comandante avaliar como este influenciará as operações amigas e inimigas, permitindo-lhe atuar de forma a explorá-lo em seu benefício ou minimizar os problemas existentes, para cumprir a sua missão. Portanto, o planejamento de uma operação militar requer um conhecimento prévio do meio ambiente, dos elementos topográficos e da morfologia do terreno. Esse conhecimento do modelado da superfície do terreno, em especial das suas características fisiográficas, é informação essencial na definição das regiões favoráveis e restritivas ao movimento de tropas (VARGAS, 2017)

Já conforme EB70-MC-10.307 (2016), uma vez realizado o estudo dos aspectos gerais do terreno e das condições meteorológicas e já tendo sido identificados os corredores de mobilidade, acidentes capitais e as vias de acesso, pode-se iniciar a análise do terreno. A análise do terreno é executada com base nas vias de acesso.

Nesta etapa, cada via de acesso é analisada detalhadamente, tanto do ponto de vista do inimigo como das nossas forças. Os aspectos a serem considerados na análise do terreno

incluem a observação e campos de tiro, cobertas e abrigos, obstáculos, acidentes capitais e outros. Devem-se focalizar os mais relevantes para a situação específica.

6. O EMPREGO DA GEOINTELIGÊNCIA POR MEIO DE GEOTECNOLOGIAS ATUAIS NO APRIMORAMENTO DO ESTUDO DO TERRENO

As influências do terreno no planejamento e condução de operações militares sempre foram de grande importância desde tempos imemoriais. Como endosso a essa afirmação, o general chinês da antiguidade *Sun Tzu (1983)*, assim se refere:

[...] alguém que não está familiarizado com as montanhas e florestas, gargantas e desfiladeiros, com a forma dos charcos e pantanais, não pode fazer avançar o exército. Quem não lança mão do terreno, não pode obter vantagens.

Pode-se dizer ainda, segundo a concepção de Lacoste (2009), que “a geografia serviria, em princípio, para fazer a guerra”.

Seguindo essas premissas, o presente capítulo abordará a 2ª fase do PITCIC, buscando mostrar que o emprego Geointeligência por meio das Geotecnologias atuais, pode auxiliar na integração gráfica dos diversos fatores na confecção de Cartas de restrição do movimento, de forma mais precisa e rápida, através do emprego de SIG e suas ferramentas, bem como, da geração de modelos digitais do terreno em 3D, aprimorando o planejamento das Operações Militares.

Diferente do que foi apresentado até agora, o foco principal deste capítulo será a construção de uma representação digital do terreno com suas implicações para a trafegabilidade, através da modelagem espacial de uma AOp, em um Estudo de Situação hipotético com possibilidade de emprego de tropa, por meio de diversos dados geográficos e temáticos.

Para executar o que foi exposto, serão usadas técnicas de processamento de imagens, de sensoriamento remoto, de geoprocessamento e de modelagem digital do terreno, buscando extrair as melhores informações possíveis sobre os componentes do ambiente, utilizando, para isso, as capacidades das plataformas ArcGis 10.6 e QGIS 3.4.

6.1 Caracterização da Área de Estudo

Os Municípios de Rosário do Sul e Cacequi, estão localizados no estado brasileiro do Rio Grande do Sul, região sul do Brasil. De acordo com o último censo (2010) estes estados possuíam juntos uma população de cerca de 54000 habitantes, dispersos em uma área de 6742 km² (IBGE, 2018).

Para este artigo a área de estudo se restringirá, à região conhecida por Corte, no limite entre os municípios de Rosário do Sul e Cacequi, a noroeste da área urbana da cidade de Rosário do Sul e a sul do Campo de Instrução Militar Barão de São Borja (Saicã). Ocupa a área abrangida pelas cartas em escala 1:25000, SH-21-Z-B-I-2-SE e N-SH-21-Z-B-II-1-SO, como pode ser observado na figura a seguir.

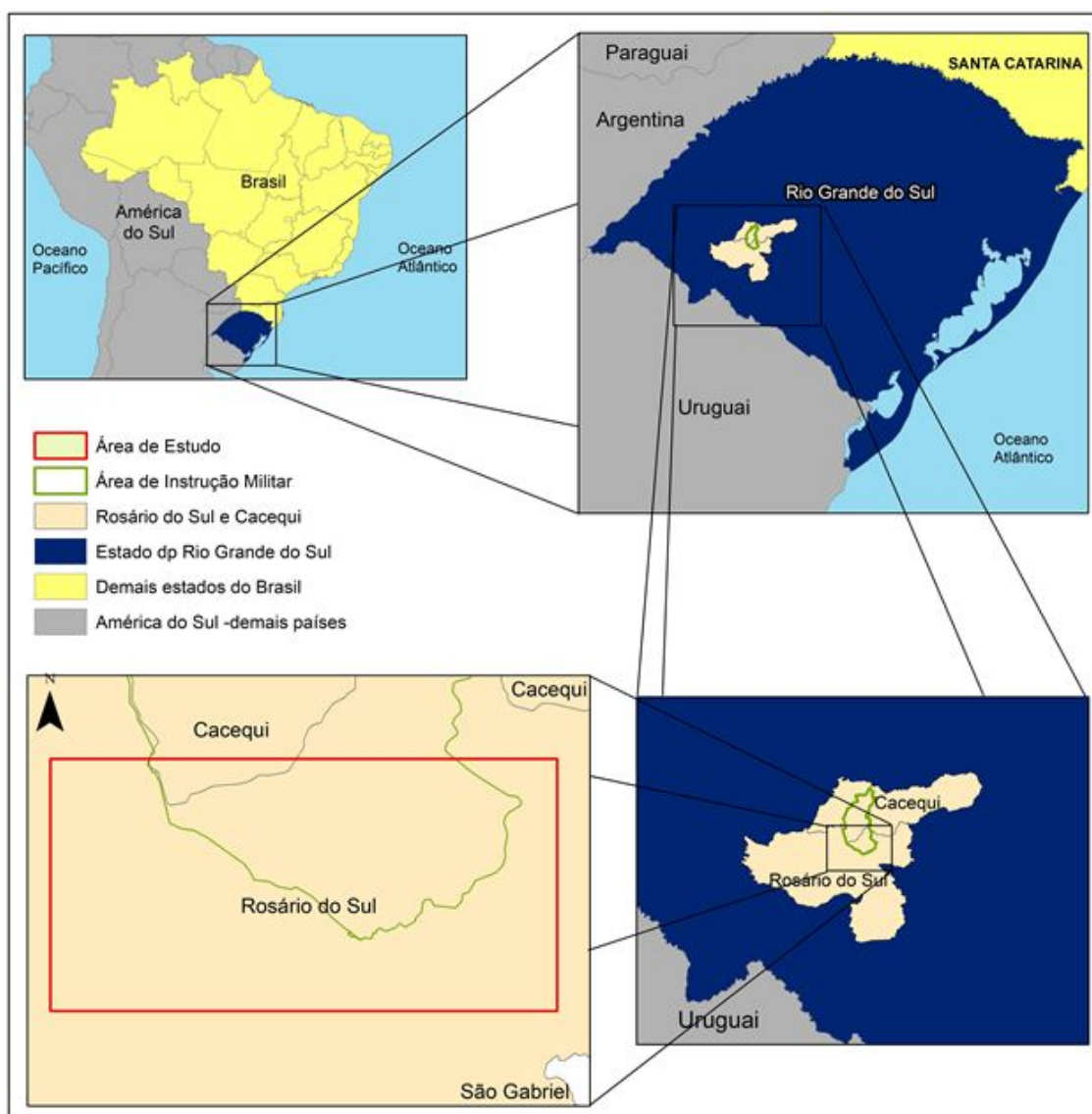


Figura 27: Localização e delimitação da área de estudo



Figura 28: Limites da área de estudos sobre uma imagem Sentinel 2 (10m) – Jan/2020

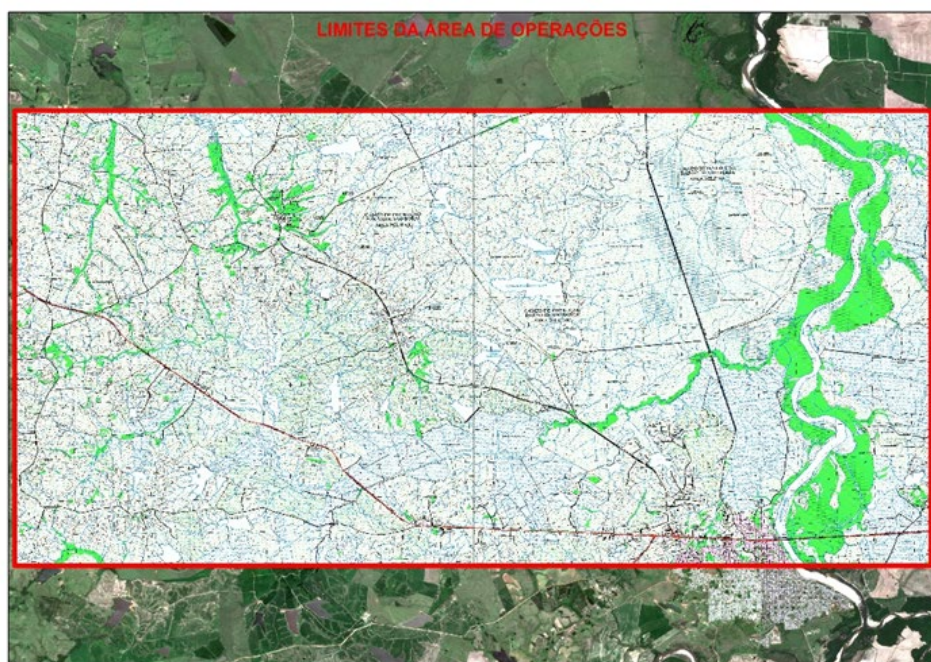


Figura 29: Limites da área de estudos sobre o mosaico de cartas topográficas da área

6.2 Coleta e Estruturação da Base de Dados Geográficos Inicial

Após a delimitação da área de estudo, passou a ser possível iniciar a busca e coleta dos dados existentes sobre esta Área de Operações (AOp).

A primeira atividade realizada, neste caso, em se tratando de uma área dentro do território nacional, foi acessar o Bancos de Dados Geográficos do Exército (BDGEx) da

Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (DSG), a qual se trata de um dos principais órgãos responsáveis por superintender os assuntos ligados à cartografia terrestre nacional.

No BDGEx, foi possível baixar as Cartas Topográficas Matriciais CORTE e ROSÁRIO DO SUL 1:25000 (Índices: SH-21-Z-B-I-2-SE e N-SH-21-Z-B-II-1-SO) da região de Cacequi e Rosário do Sul que estão enquadradas dentro da AOp, bem como, os dados vetoriais em formato *shapefile*, do tipo ponto, linha e polígono, inseridos nas respectivas cartas.

Além dos dados citados, para apoio nas análises, foram ainda selecionadas e baixadas, nos respectivos sites da internet, imagens de alta resolução, recentes, pancromáticas do satélite LANDSAT 8 (15m), e multiespectrais SENTINEL 2 (10m) e multiespectrais PLANETSCOPE (3m). Estas imagens tiveram por objetivo, servir de fonte de atualização para os dados constantes as Cartas Topográficas Matriciais utilizadas como base, no tocante aos fatores dos aspectos do terreno a serem analisados.

Foram baixadas ainda do site da ASF Vertex da NASA, imagens raster de radar (MDS) do satélite ALOS.

O sensor PALSAR do satélite ALOS (Advanced Land Observing Satellite) foi lançado em 2006 pela missão da agência de exploração aeroespacial japonesa (Japan Aerospace Exploration Agency - JAXA). A coleta de dados do sensor PALSAR durou até 2006 e foi projetado com mais dois instrumentos para contribuir no mapeamento da topografia terrestre, precisão no monitoramento da cobertura vegetal e de desastres e no levantamento de recursos naturais (ASF DAAC, 2020).

Os MDE ALOS PALSAR podem ser adquiridos gratuitamente, já corrigidos e projetados no sistema UTM WGS84, nas resoluções baixa (30m) e alta (12,5 m).

Ainda foi possível ter acesso, pelo BDGEx aos MDS desta AOp, entretanto, apesar de disponíveis, após realizar alguns testes visuais, optou-se por utilizar imagens raster do sensor ALOS PALSAR.

Após a coleta dos dados iniciais, devido a extensão da área a ser estudada, de cerca de 288 km², visando organizar o varrimento e análise do terreno e de todos os aspectos

necessários sobre a AOp, dividiu-se a área de estudo em 8 subáreas (A1, A2...A8) de forma a se fazer a análise parte a parte.

Por meio da comparação entre a representação nas cartas e nas imagens de alta resolução, foram corrigidos ou atualizados os dados disponíveis nestas fontes, por fim, juntando todos os resultados num único calco do respectivo Aspecto do Terreno.

Essa ação foi repetida para os seis aspectos estudados, de forma a tornar mais confiáveis as análises e os resultados em cada um deles, com exceção ao aspecto do relevo, que foi analisado na imagem automaticamente de forma unificada e ao final, apenas confirmados os resultados das subdivisões.

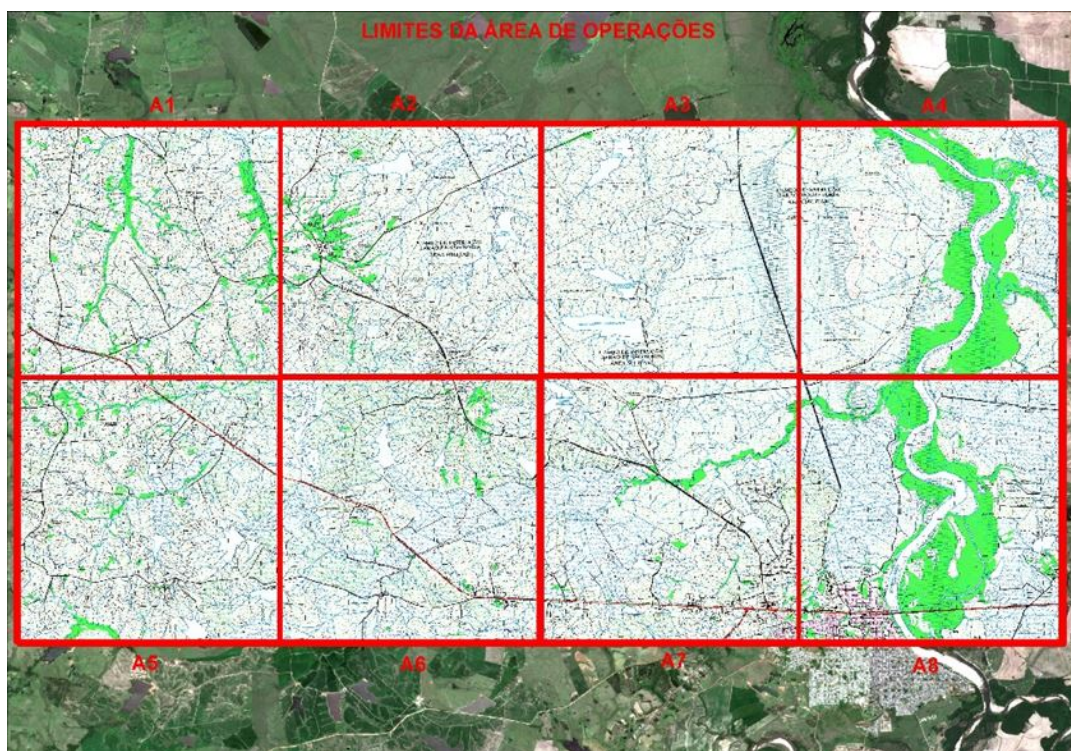


Figura 30: Subdivisão da área de estudos em oito subáreas (A1 a A8)

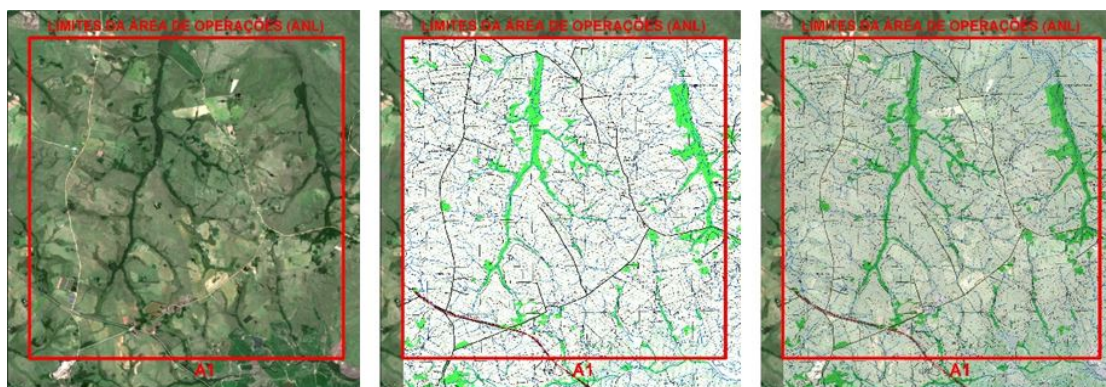


Figura 31: Exemplo no caso Subárea A1 em uma imagem de alta resolução, em uma carta topográfica e com a sobreposição de uma carta com transparência sobre a imagem inicial.

6.3 Calco de Restrição de Movimentos

A busca pelo conhecimento necessário para a realização das operações militares, ocorre através de um processo metodológico denominado Estudo de Situação. Durante este estudo, são analisadas as condições do inimigo, do terreno e as condições meteorológicas de uma AOp. O processo empregado para realizar esta análise é o PITCI, conforme já citado anteriormente.

A 2ª fase do PITCI é voltada para o estudo do terreno e das condições meteorológicas, com foco deste estudo no terreno, tendo como produto final o Calco de Restrições ao Movimento. O Calco ou Mapa de Restrição de Movimentos, trata-se de uma representação gráfica de todas as conclusões a que se pode chegar sobre a movimentação de tropas, numa determinada AOp ao término dos estudos em questão.

Entretanto, para que se possa confeccionar este produto, é necessário analisar, interpretar e consolidar todos os dados disponíveis sobre o relevo, a cobertura vegetal, tipo de solo, hidrografia, obras de artes e localidades.

Desta forma, para se chegar a esse Calco de Restrições ao Movimento, foi necessário seguir etapas intermediárias, analisando cada fator citado separadamente e produzindo um mapa ou calco próprio para cada um (*Figura 33*).

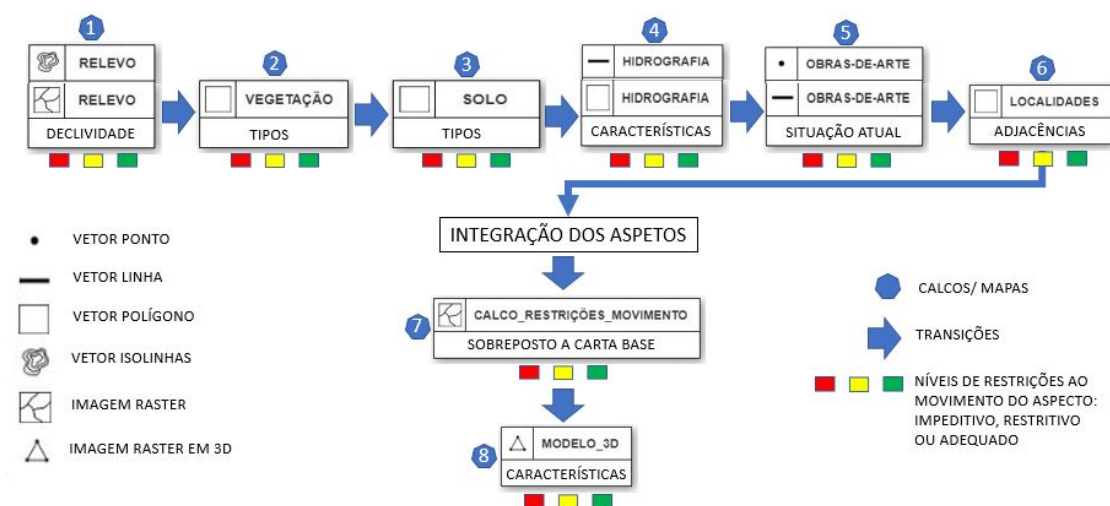


Figura 32: Diagrama com as etapas da Análise do Terreno para construção do Calco de Restrições ao Movimento.

Ao término destas etapas, é que se torna possível integrar os resultados em um mapa único, o mais abrangente e preciso possível, conforme será apresentado a seguir.

6.3.1. Calco de Relevô (Declividade)

O relevô é representado nas cartas militares através das curvas de nível, que permitem se ter uma ideia quanto à forma do terreno, em especial no tocante a declividade.

Entretanto, nem todas as irregularidades que existentes no terreno estarão presentes nas cartas, quer por seu tamanho (baseado na a escala), quer por efeito de fenômenos naturais (precipitações, inundações etc.). Por isso, cresce de importância completar as informações contidas nas cartas, com reconhecimentos, fotografias aéreas, e qualquer outros meios que estiverem à disposição.

Dentro deste contexto, a melhor forma de analisar e complementar estas informações é confeccionar um calco de relevô.

Para confecção do Calco de Relevô, segundo EB70-MC-10.307 (2016), deve se seguir os seguintes passos:

- a) determinar as declividades;
- b) agregar de outras fontes (imagens satélites, fotografias aéreas, dados de reconhecimento etc.) acidentes de importância militar que não constem na carta; e
- c) lançar no calco as declividades da área, simbolizando de maneira distinta, as áreas impeditivas e restritivas.

Neste contexto, atualmente e de forma geral, o Exército Brasileiro ainda faz este processo através do estudo das curvas de nível de cartas topográficas impressas tradicionais. No caso desse estudo, o foco será tornar a execução e os resultados dessas análises, o menos analógicas possíveis, dentro da ideia de Digitalização do Campo de Batalha.

Como forma de demonstrar esta realidade, no tocante a variável declividade buscou-se realizar a modelagem automatizada de maneira a propiciar uma visualização mais intuitiva do calco de relevô, gerando uma maior precisão nas informações e uma redução no tempo das análises do terreno em geral.

Com os dados acima e a área de estudo delimitada foi possível se coletar fontes de dados das quais se pode extrair os dados de declividade. Entretanto, valores de declividade da

imagem adquirida são contínuos, sendo visualizada em tons de cinza. Sendo assim, para uma melhor visualização, se recorreu a uma classificação da declividade por cores.

Para adaptar as classes de declividade necessárias aos interesses do planejamento das operações militares, foram utilizados ainda, os parâmetros de efeitos da declividade sobre a movimentação de tropas terrestres, que constam do Manual de Campanha para o Planejamento e emprego da Inteligência Militar (*Tabela 3*)

RELEVO SEGUNDO SUA DECLIVIDADE		
INCLINAÇÃO DAS ENCOSTAS		EFEITOS
PORCENTAGEM	GRAU	
0% a 10%	0° a 6°	Adequado para qualquer tropa.
10% a 30%	6° a 17°	Restritivo para viaturas sobre rodas e adequado para viaturas sobre lagartas ⁷ (carros-de-combate ⁸).
30% a 45%	17° a 26°	Muito restritivo para viaturas sobre rodas e restritivo para viaturas sobre lagartas.
mais de 45%	mais de 26°	Impeditivo para viaturas sobre rodas e lagartas e restritivos para tropas a pé.

Tabela 3 - Tipo de encostas e suas restrições (Fonte: EB70-MC-10.307, 2016)

Deve-se esclarecer que o quadro anterior é apenas um guia, posto que sua incidência na mobilidade, dependerá da direção do movimento, da vegetação e das características, resistência e umidade do solo. Nesse quadro, considera-se a direção do movimento no sentido perpendicular à inclinação, sem vegetação e com a presença de solo seco.

Para realizar o processo de modelagem da declividade, foi utilizado o Software ARCGIS, versão 10.6.1, a partir dos dados de altimetria componentes do arquivo de *raster* MDE ALOS PALSAR. Para realizar a modelação, foi decidido executar cada processo que se deseja automatizar na modelação separadamente, já na sequência pretendida, como forma de testar as ferramentas necessárias de maneira independente.

Em primeiro lugar, foi realizado o recorte da imagem ALOS, baseada no arquivo em *shapefile* da área de estudo (Campo de Instrução Militar de SAICÃ), através da ferramenta CLIP da *Arctollbox*, gerando um novo arquivo *raster* menor, apenas da área

⁷ Lagarta – Mecânica. Dispositivo que facilita a circulação das rodas dos tratores ou dos carros-de-combate militares, fazendo com que se movam em terrenos inacessíveis a viaturas comuns.

⁸ Carro-de-combate – Carro de guerra, blindado, apropriado a percorrer terrenos acidentados.

de interesse, como uma forma de diminuir as demandas de processamento computacional que porventura pudessem advir deste processo. (Figura 33)

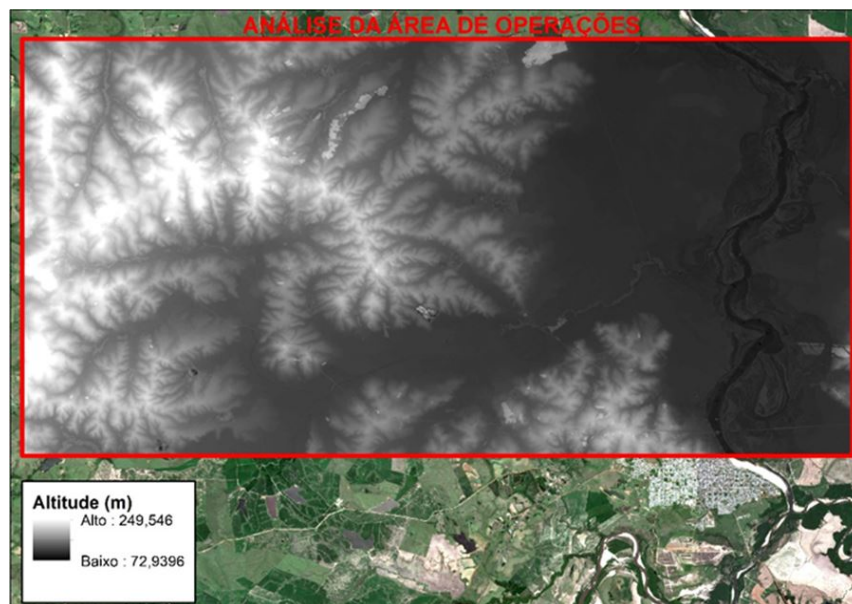


Figura 33: Imagem ALOS recortada baseado na delimitação da AOp.

Em seguida, utilizou-se da ferramenta *Declividade*, que está disponível também no *ArcToolbox*, mais especificamente, na caixa Ferramentas do *Spatial Analyst* > *Superfície* > *Declividade*, para calcular a declividade da área de interesse, em graus, tendo por resultado, nesta fase da modelagem, a geração de um novo arquivo raster contendo a declividade identificada por 9 classes de cores, que variam das menores para as maiores declividades.

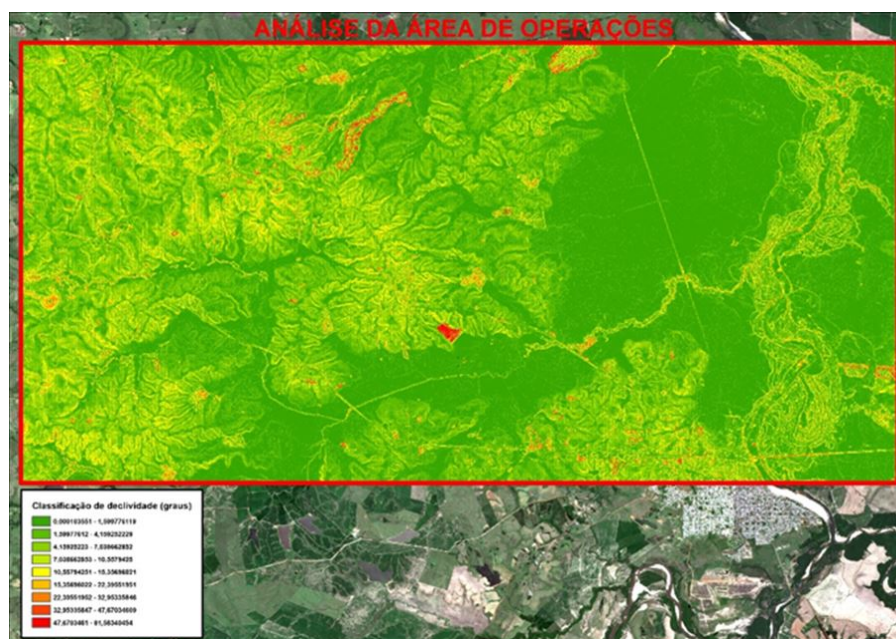


Figura 34: Imagem ALOS com declividade em 9 classes.

Para executar a reclassificação, com os parâmetros das 4 classes previstas na tabela de tipos de encostas e suas restrições, foi utilizada a ferramenta *Spatial Analyst > Reclassificar > Reclassificar*. Ao final deste novo processo, é gerado, como produto, um novo raster referente a delimitação da área de estudo, com as informações da declividade em graus, passível de ser identificado visualmente, pela variação da menor para a maior declividade em 4 classes de cores, que indicam os efeitos das mesmas sobre a movimentação das tropas terrestres militares.

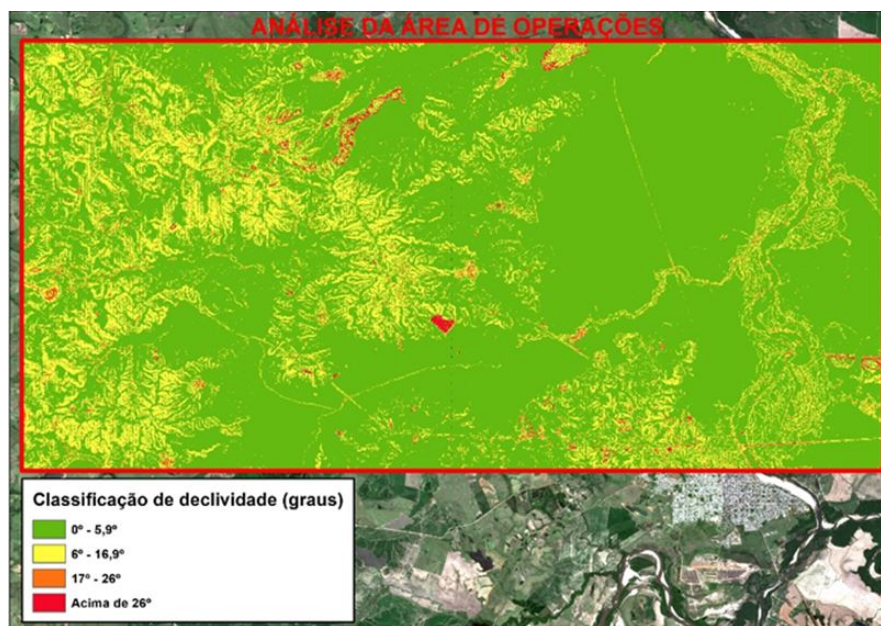


Figura 35: Imagem ALOS com declividade em 4 classes.

Para atingir os objetivos propostos, buscou-se seguir os passos da confecção de um Calco de Relevo, previstos doutrinariamente pelos manuais existentes sobre o assunto no exército Brasileiro, entretanto, ao invés de utilizar os métodos tradicionalmente utilizados para este fim, eles foram adaptados às técnicas de modelação em SIG inseridas em softwares de SIG.

Dentro dessa diretiva, para facilitar a integração digital gráfica final, evitando um mapa muito poluído, por fim, retirou-se a representação da classificação adequada (cor verde) do mapa, deixando a mostra apenas a representação do relevo que gera restrições ou impedimentos ao movimento de tropas.

Por fim, pode-se ainda salvar os dados raster do relevo que foram classificados e utilizados para confeccionar o calco e transformá-lo em arquivo shapefile, para ter maior flexibilidade em sua utilização futura e até no resultado do próprio calco em uso.

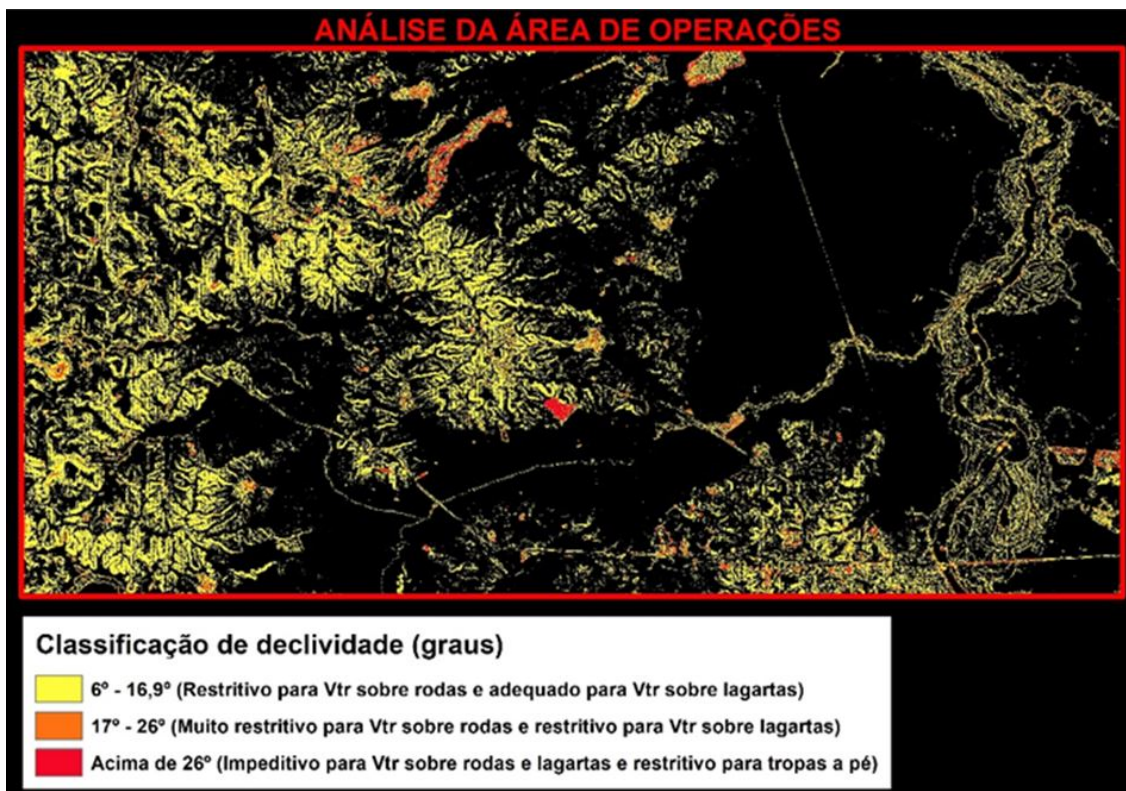


Figura 36: Representação do relevo com restrições (áreas adequadas em preto para destacar resultado)

O calco do relevo é fundamental para confecção dos calcos de vegetação, de solo, hidrografia, obras de arte e localidades, pois, além de servir de base, ao ser analisado com estes outros fatores, permitirá definir condições de trafegabilidade. Caracterizando-se como o primeiro passo para se compor os dados necessários para construção do calco de restrição de movimento.

6.3.2. Calco de Vegetação

A influência da vegetação sobre as operações se resume principalmente a sua densidade: quanto mais densa, maior será a sua influência (Tabela 4).

A vegetação pode influenciar de diversas maneiras o emprego da força, a tomada de uma decisão ou mesmo a evolução dos acontecimentos. A informação mais necessária deste fator é determinar se consistem em arbustos, pastagens, plantações ou árvores. No caso das árvores, é interessante, se possível, determinar o impacto na transitabilidade que a distância entre elas gera.

Para confecção do Calco de Vegetação, segundo EB70-MC-10.307 (2016), deve se seguir o seguinte roteiro:

- a) estudar cartas, fotografias aéreas, imagens de satélites e informes de reconhecimento para determinar os tipos de vegetação existentes;
- b) identificar estes tipos no calco com diferentes cores; e
- c) determinar as restrições que a vegetação apresenta à mobilidade das tropas a pé, motorizadas e blindadas.

RESTRICÇÕES IMPOSTAS PELA VEGETAÇÃO	
CLASSIFICAÇÃO DO	VEGETAÇÃO
Impeditivo	Grupo de árvores que impeçam o emprego de tropas blindadas e viaturas em geral ou dificultem o movimento de tropas a pé.
Restritivo	Árvores espaçadas com reduzido diâmetro que restrinjam o movimento de forças blindadas ou outras viaturas.
Adequado	Árvores com diâmetros reduzidos e espaçadas, não interferindo no emprego de viaturas ou tropas a pé.

Tabela 4 - Restrições impostas pela vegetação. (Fonte: EB70-MC-10.307, 2016)

Baseado na análise visual da carta topográfica e das imagens de alta resolução recentes disponíveis, e confirmando as constatações através da comparação dos resultados desses dados com dados sobre vegetação de uma classificação supervisionada das imagens disponíveis, foi possível observar e dividir a vegetação em cinco classes iniciais, conforme figura a seguir.

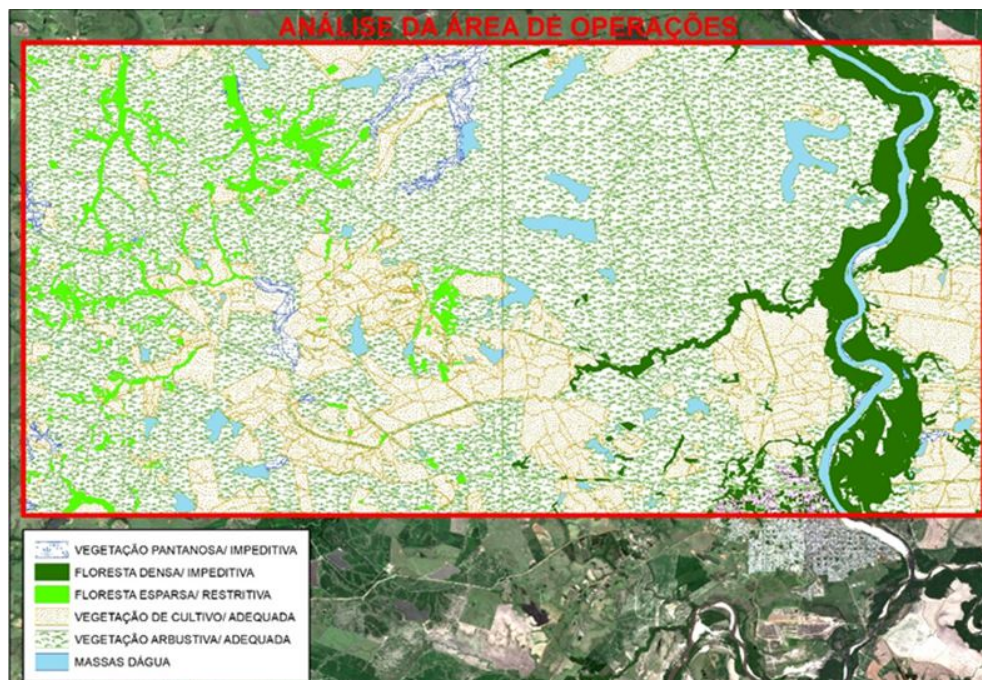


Figura 37: Representação vetorial da vegetação dividida em cinco classes e massas d'água.

Em seguida, reuniu-se as 5 classes nos três parâmetros de restrição citados anteriormente.

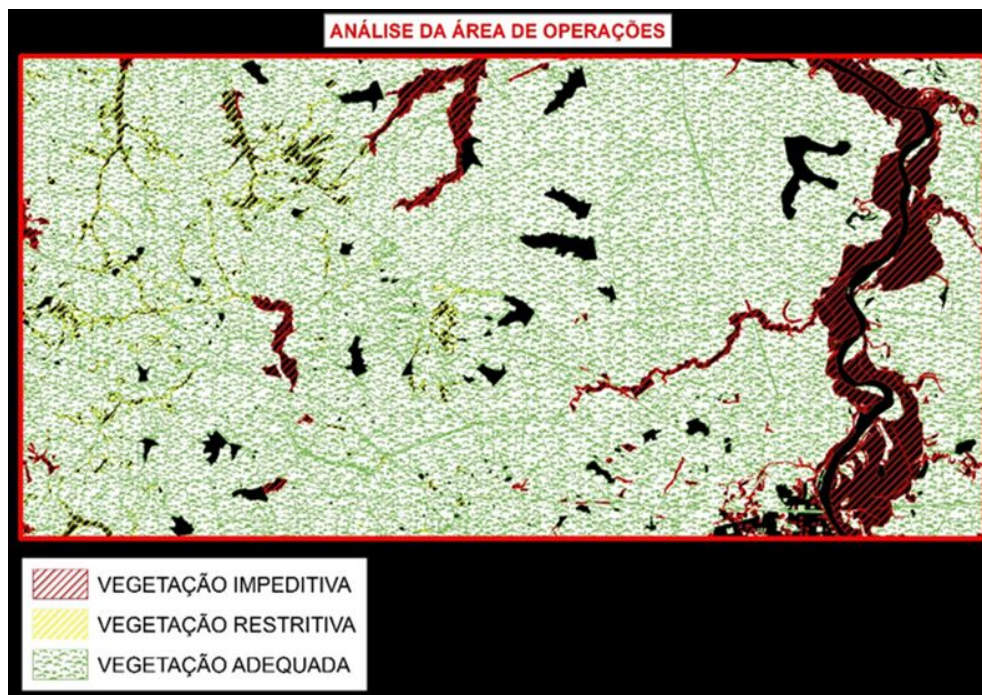


Figura 38: Representação da vegetação nas três classes de tipos de restrição ao movimento previstas.

Por fim, também para facilitar a integração digital gráfica futura, evitando um mapa muito poluído, retirou-se a representação da classificação adequada (cor verde) do mapa, deixando a mostra apenas a representação da vegetação que gera restrições ou impedimentos ao movimento de tropas.

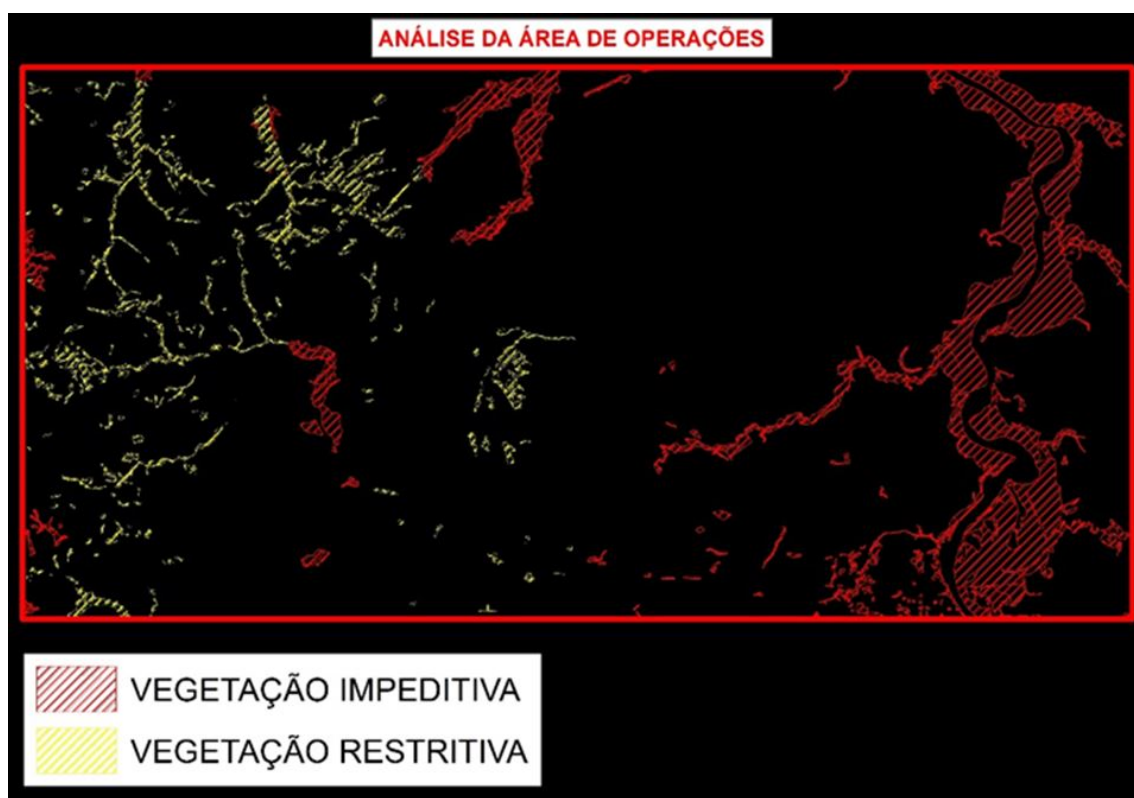


Figura 39: Representação da vegetação com restrições (áreas adequadas em preto para destacar resultado).

6.3.3. Calco de solos

Existem muitas fontes de dados para avaliar as condições do solo, mas, o reconhecimento terrestre feito por tropas especializadas neste tipo de análise, é uma das principais fontes a ser empregada. A análise da consistência e da composição do solo determinará a transitabilidade, classificando-o em impeditivo, restritivo ou adequado.

Considerando que, em raras ocasiões os solos se apresentam puros, haverá, quase sempre, a necessidade de fazer uma aproximação quanto à realidade no terreno. Para tentar garantir uma maior aproximação entre a análise e a realidade, deve se considerar a influência das condições climáticas do momento, em especial a umidade. Para este estudo, vai ser considerado um período de pouca umidade, com influência apenas nos terrenos tradicionalmente úmidos ou pantanosos.

No caso da confecção do Calco de Solos, de acordo com o manual EB70-MC-10.307 (2016), deve se seguir os passos a seguir:

- a) Reunir e selecionar todas as fontes de dados e conhecimentos;
- b) Analisar os dados e conhecimentos mais relevantes da área em seu conjunto, quanto a umidade presente, considerando o relevo e hidrografia;
- c) Ressaltar a presença do tipo de solo arenoso, e demais tipos existentes, estabelecendo uma simbologia que permita identificá-los com clareza; e
- d) Estabelecer as áreas com tipos de solo impeditivos e restritivos, de acordo com os meios de transporte que se empregaram na área de operações.

Para fins deste estudo, está sendo considerada a situação do primeiro giro do exame de situação, ou seja, o início dos trabalhos de coleta e análise de dados, sendo necessário que se tenha um resultado da primeira análise para poder , aos poucos, ir atualizando e agregando novas informações e formando um novo quadro de referência sobre a AOp.

Nesse sentido, para fins de estudo, só serão consideradas as características básicas do solo, conforme se segue na tabela abaixo

Tipo	Observação
Solo seco	O solo seco, normalmente, tem capacidade de suportar qualquer viatura, com exceção do solo de constituição arenosa, que pode dificultar ou, mesmo, impedir o movimento.
Solo úmido	Neste caso, a Engenharia deverá ser chamada para realizar ensaios (ou testes) no terreno, para determinar a sua capacidade de suporte. O solo arenoso, face à presença da umidade, normalmente, terá sua capacidade de suporte aumentada.

Tabela 5 - Restrições impostas pelo tipo e situação do solo. (Fonte: EB60-ME-11.401, 2017)

Baseado na análise da carta topográfica, confirmado através da comparação dos resultados dos dados tipos de solo que puderam ser extraídos de uma imagem de alta resolução recente da área, por meio de uma classificação supervisionada, bem como da situação de umidade do mesmo, através do cruzamento com o relevo e hidrografia local, foi possível analisar e dividir os tipos de solo em 4 classes iniciais, conforme figura a seguir.

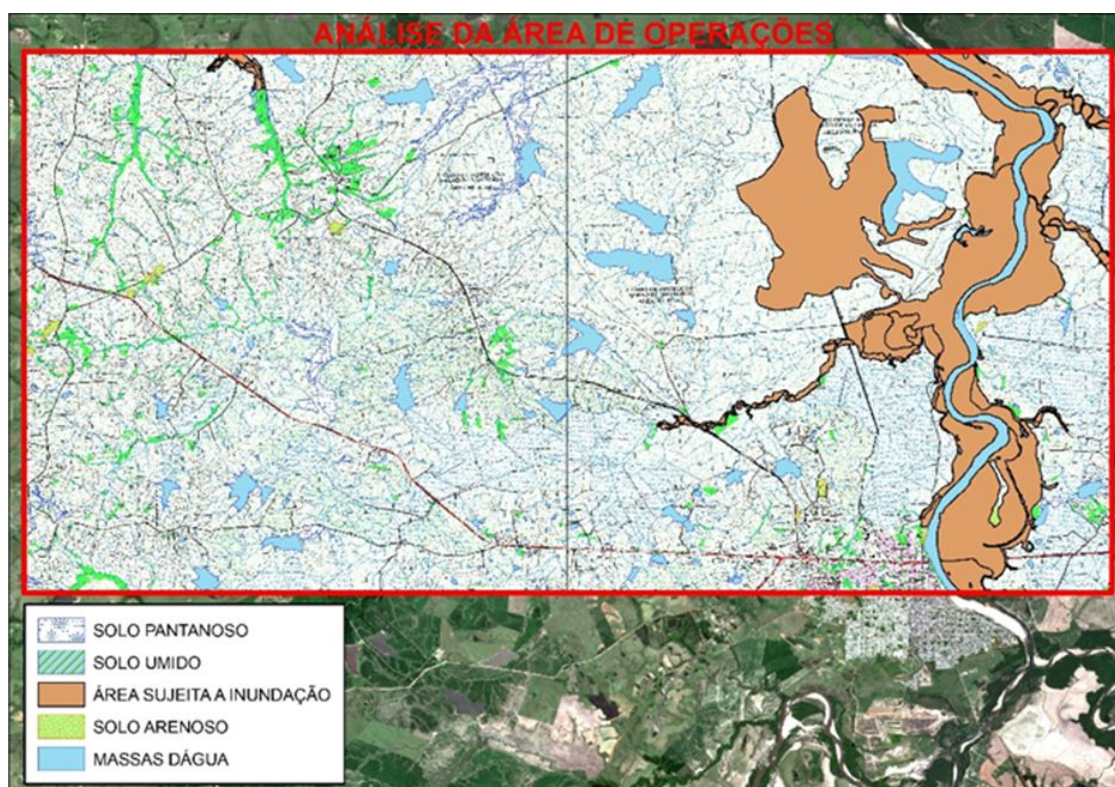


Figura 40: Representação vetorial do solo dividido em cinco classes e massas d'água.

Em seguida, distribuiu-se as 4 classes nos três parâmetros de restrição citados anteriormente.



Figura 41: Representação do solo nas três classes restritivas ao movimento previstas.

Por fim, também para facilitar a integração digital gráfica futura, evitando um mapa muito poluído, retirou-se a representação da classificação adequada (cor verde) do mapa, deixando a mostra apenas a representação do solo que gera algum tipo de impedimento ao movimento de tropas.



Figura 42: Representação de solos com restrição (áreas adequadas em preto para destacar resultado)

6.3.4. Calco de Hidrografia

A análise deste aspecto deve abranger todos os cursos de água (rios, lagos e lagoas) que, impeçam ou dificultem o movimento, na AOp. Para isso é necessário que sejam completados os dados existentes nas cartas topográficas.

O estudo da hidrografia deverá incluir a largura, profundidade, velocidade das correntes, características do leito e das margens, locais de vau, entre outras características que forem possíveis conhecer sobre os cursos d'água importantes ao movimento de tropas na AOp.

Para confecção do Calco de Hidrografia, segundo EB70-MC-10.307 (2016), deve se seguir os passos seguintes:

- a) Reunir toda a informação possível relacionada com hidrografia (cartas, fotografias aéreas, dados e conhecimentos de reconhecimento etc.);
- b) Destacar os cursos e massas de água, a velocidade da corrente naqueles trechos que interessem e pontos de passagem;

Para fins deste estudo, como está se considerando a situação do primeiro giro do exame de situação, com o início dos trabalhos de coleta e análise de dados, e devido a existência de apenas um curso d'água de grande expressão na AOp, não serão consideradas correntezas como restritivas ou impeditivas.

Dados mais aprofundados sobre correnteza e profundidades deste curso d'água de maior envergadura, seriam solicitados a tropas de reconhecimento para fins de verificação e confirmação de dados no prosseguimento das operações.

RESTRIÇÕES IMPOSTAS PELA HIDROGRAFIA	
CLASSIFICAÇÃO DO TERRENO	HIDROGRAFIA
Impeditivo	Cursos d'água, lagos, pântanos, zonas alagadiças, que não possam ser vadeados ou atravessados com apoio de pontes lançadas de viaturas blindadas (PLVB) pela engenharia militar. Margens verticais, de superfície firme, que possam deter os carros-de-combate, assim como correnteza com velocidade elevada e profundidade que apresente desvantagens significativas para o emprego de viaturas blindadas.
Restritivo	Cursos d'água, lagos, áreas alagadiças, que possam ser vadeados ou atravessados com apoio de PLVB em vários locais (mas não em toda a extensão considerada). A velocidade da correnteza deve ser pequena ($< 1,5$ m/s) e a profundidade deve ser inferior a 1,20 m.
Adequado	Cursos d'água, lagos, que possam ser vadeados em qualquer lugar ou que sejam de inexpressiva largura ($< 1,5$ m). A profundidade ($< 0,6$ m) e a velocidade da correnteza não devem impedir a travessia.

Tabela 6 - Restrições impostas pela hidrografia. (Fonte: EB70-MC-10.307, 2016).

Baseado na análise da carta topográfica, confirmado através da comparação dos resultados dos dados tipos de hidrografia que puderam ser extraídos de uma imagem de alta resolução recente da área, por meio de uma classificação supervisionada, foi possível observar e dividir a hidrografia local em dois grandes grupos, conforme figura a seguir.

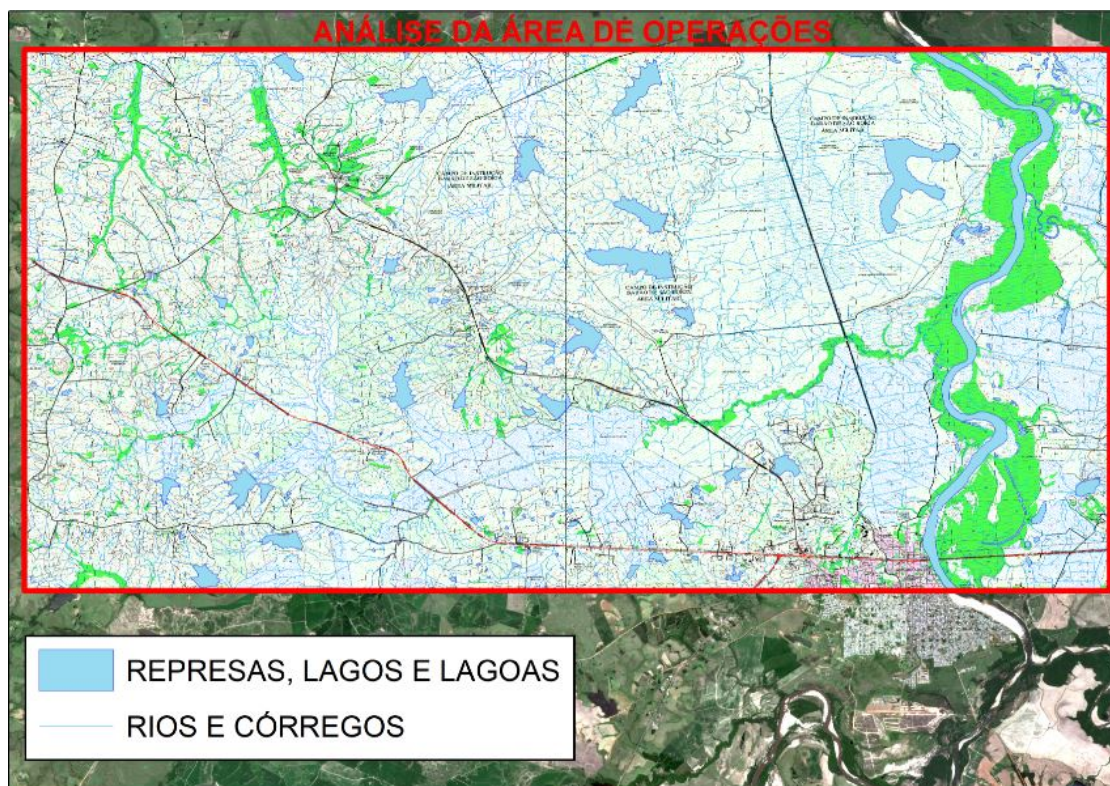


Figura 43: Representação vetorial da hidrografia, dividida em Represas, Lagos, Lagoas e Rios e Córregos

Em seguida, distribuiu-se os 2 grupos iniciais nos três parâmetros de restrição citados anteriormente, visando ampliar a consciência situacional do ambiente operacional, no que tange a este aspecto militar do terreno.

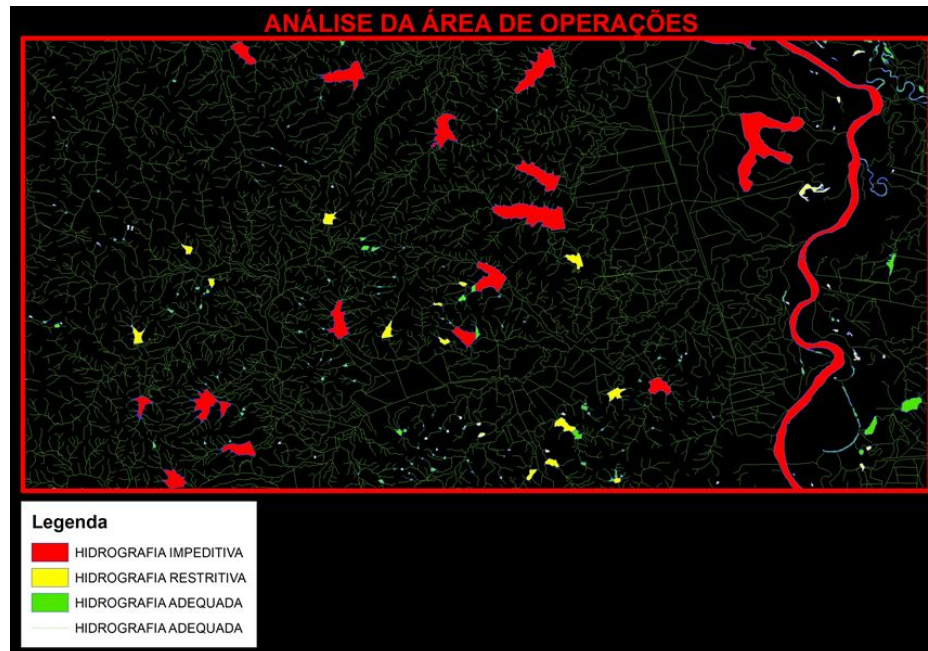


Figura 44: Representação hidrografia nas três classes de restrição ao movimento previstas.

Por fim, também para facilitar a integração digital gráfica futura, evitando um mapa muito poluído, retirou-se a representação da classificação adequada (cor verde) do mapa, deixando a mostra apenas a representação da hidrografia que gera algum tipo de impedimento ao movimento de tropas.

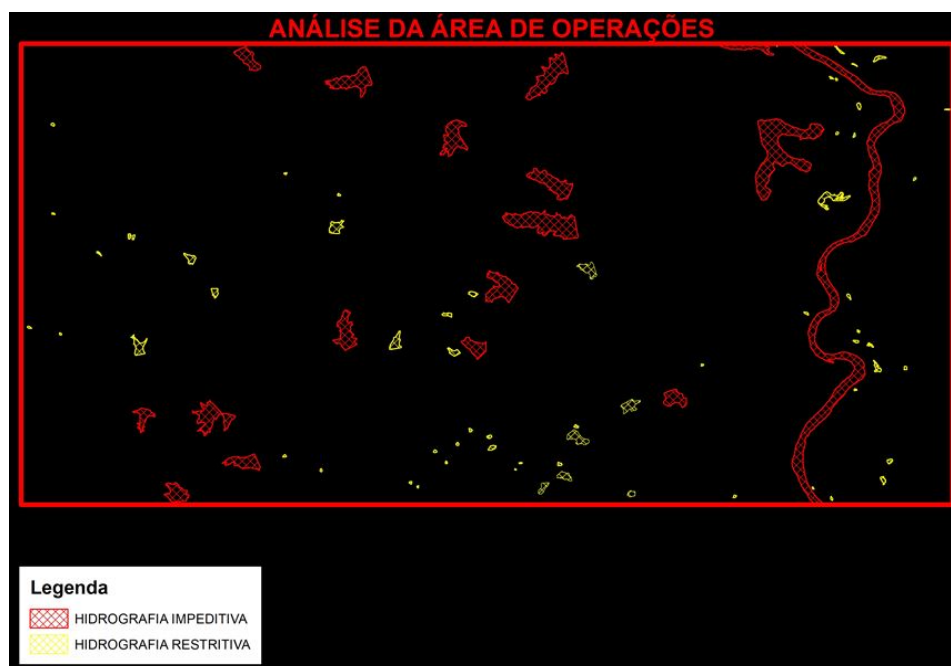


Figura 45: Representação hidrografia com restrição (áreas adequadas em preto para destacar resultado)

6.3.5. Calco de Obras de arte

Conforme já foi dito, a importância militar deste aspecto para as operações militares reside na relação que ele possui com a transitabilidade, já que podem facilitar ou dificultar o movimento.

Para confecção do Calco de Obras de Arte, segundo EB70-MC-10.307 (2016), deve se seguir os seguintes passos:

- a) Complementar os dados da carta (ou de outros meios) com estudos anteriores, fotografias aéreas, dados, reconhecimento etc.; e
- b) Representar graficamente as obras de arte com diferentes símbolos de acordo com seu tipo, indicando com as cores verde, amarela ou vermelha a sua situação de disponibilidade, restrição ou indisponibilidade.

Após um estudo inicial das Obras de Arte existentes ou de importância na AOp, foram consideradas para fins de representação, apenas as pontes para fins de análise, as estradas e ferrovias, por serem todas de porte parecido e com infraestrutura simples, foram todas consideradas adequadas, mas acabam por sofrer ao longo das análises, em alguns casos, influências demonstradas pelos outros fatores abordados.

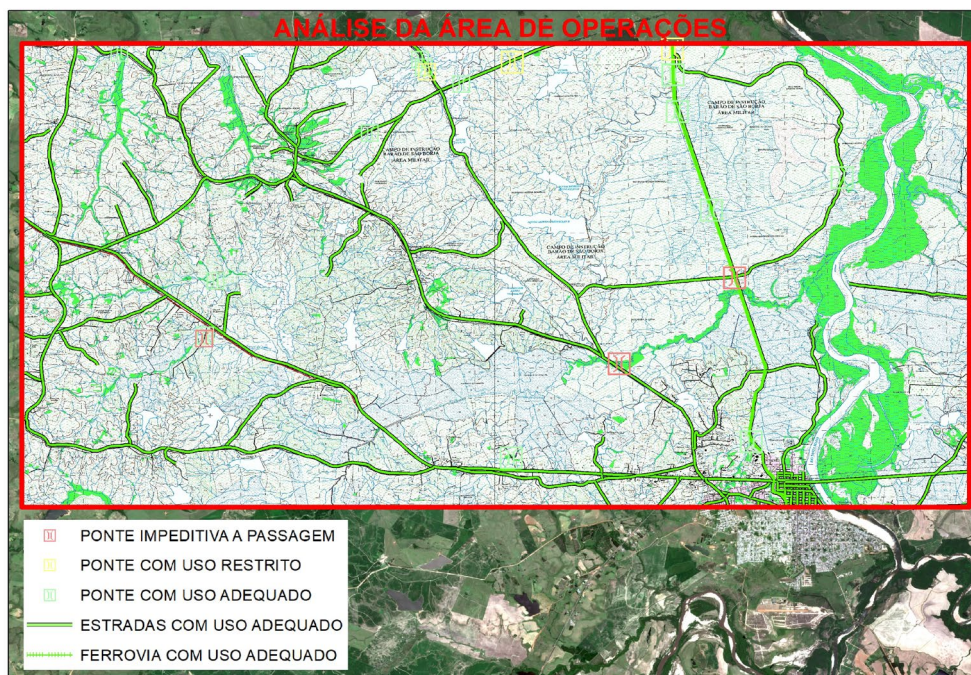


Figura 46: Representação de obras de arte com e sem restrição (sobreposto a carta topográfica)

Por fim, ainda para facilitar a integração digital gráfica, foi realizada uma representação com fundo escuro, de todo o cenário das obras de arte, tanto as a que podem vir a gerar algum tipo de restrição ao movimento de tropas, como as que podem auxiliar nessa movimentação.

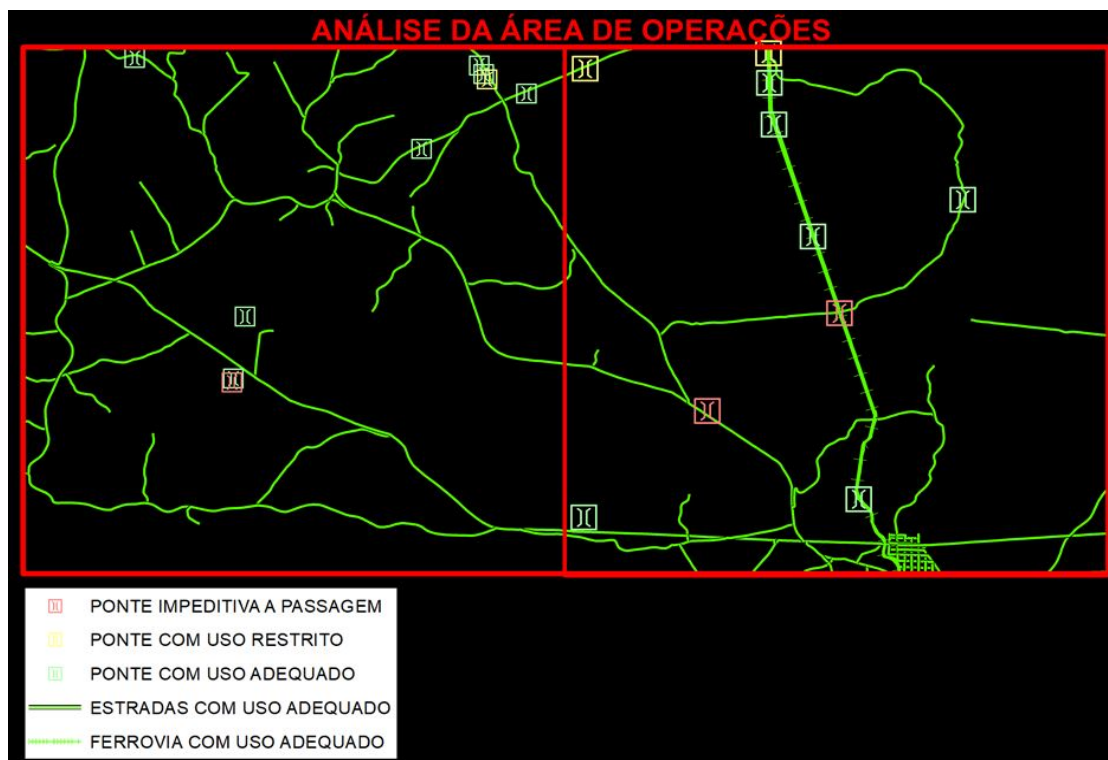


Figura 47: Representação de obras de arte com e sem restrição (fundo em preto para destacar resultado)

6.3.6. Calco de Localidades

O estudo deste aspecto dependerá da decisão inicial se será ou não necessário o empenho das forças amigas nas localidades existentes na AOp, lembrando que, para esta decisão deverá ser considerado que as operações ou ações em áreas urbanas são sempre difíceis.

Para fins de análise, no presente estudo, considerando que a localidade de Rosário do Sul, localizada a Sudeste da AOp, é de pequena monta e não se encontra com toda sua área enquadrada dentro da AOp, não será considerado o caso de emprego de forças em áreas urbanas (combate em localidade), apenas as peculiaridades de seu entorno e possíveis vantagens que possam trazer..

O roteiro para a confecção do Calco de Localidades, no caso de não serem empregadas forças em áreas urbanas, irá se ater apenas aos fatores já estudados e representados nos calcos anteriormente descritos, quanto ao entorno da localidade. O Calco de Localidade,

neste caso, ficará restrito a representação dos limites da área urbana existente, de forma que a passagem por ela seja evitada.

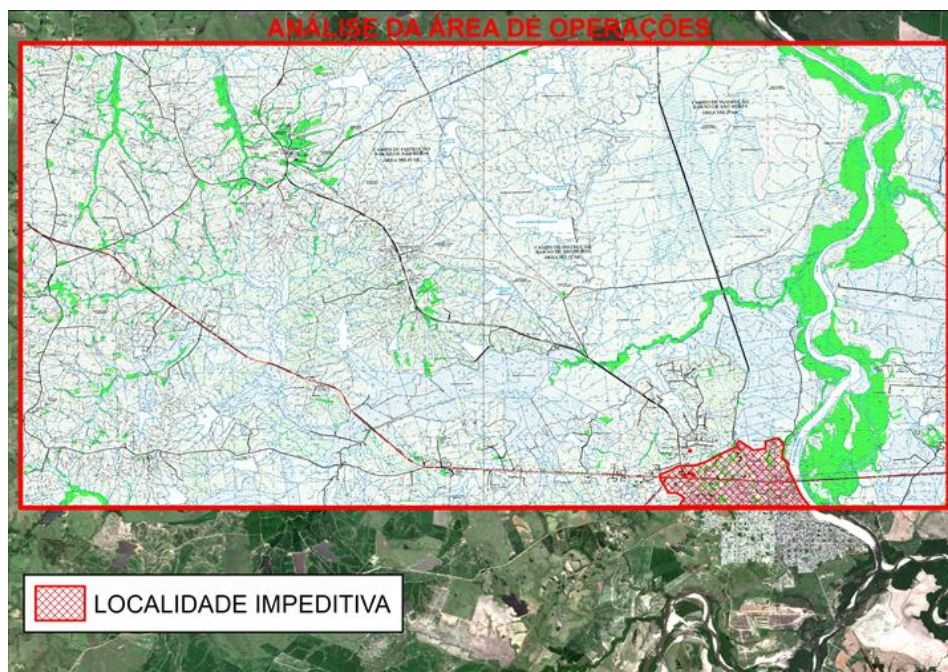


Figura 48: Representação dos limites da localidade na AOp sobrepostos a carta topográfica

Por fim, ainda para facilitar a integração digital gráfica, foi deixado a mostra apenas a representação dos limites da localidade analisada, a qual pode vir a gerar algum tipo de restrição ao movimento de tropas.



Figura 49: Representação da localidade com restrição (restante da área em preto para destacar resultado)

6.3.7. Integração dos dados de todos os Calcos de Aspectos do terreno

Os diversos estudos e confecção de calcos intermediários, referentes aos aspectos gerais do terreno, somados as restrições impostas por questões meteorológicas serão integrados, culminando com a geração de um único calco que contém o panorama da AOp quanto a transitabilidade, o Calco de Restrições ao Movimento.

Seguindo o previsto no manual EB70-MC-10.307 (2016), para a confecção deste calco, todos os obstáculos serão avaliados e codificados, e o terreno classificado também em impeditivo, restritivo e adequado.

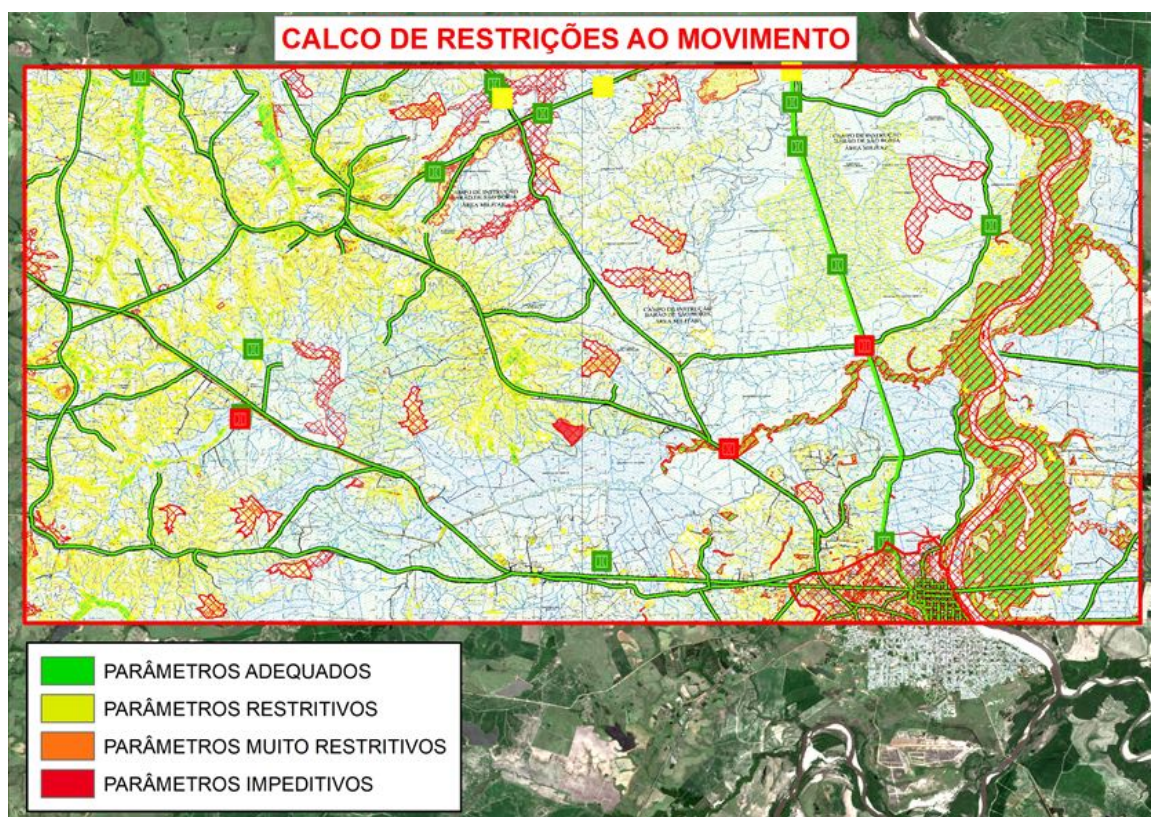


Figura 50: Representação completa do Calco de Restrições ao Movimento com os parâmetros de cores

Normalmente, o terreno impeditivo é representado em vermelho (ou hachurado cruzado) e o restritivo em amarelo ou laranja (ou hachurado simples). Para evitar poluição visual indesejada, as áreas sem restrição ou tidas como adequadas, não serão coloridas de verde, favorecendo a visualização da carta base, onde as tropas têm liberdade de movimento. A exceção das pontes adequadas, que permanecerão representadas e na cor verde.

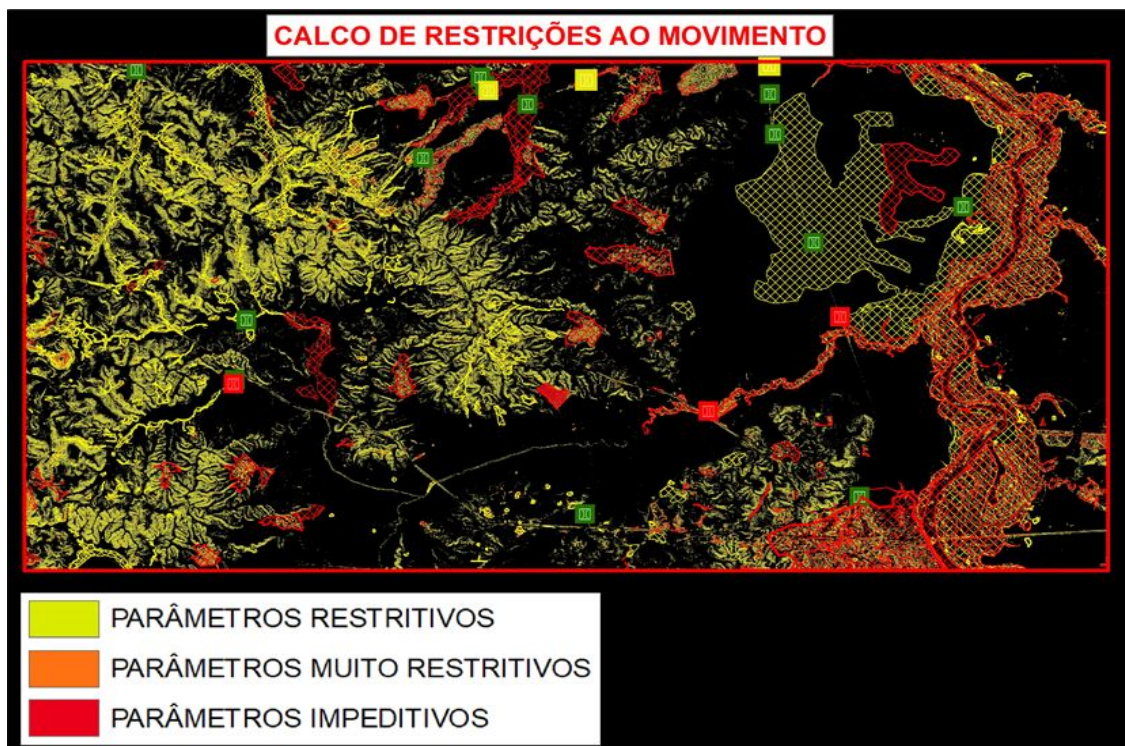


Figura 51: Calco de Restrições ao Movimento apenas com parâmetros restritivos de cores

Por fim, como produto final, em visualização bidimensional, temos o Calco de Restrições ao Movimento da AOp de estudo representado da seguinte forma.

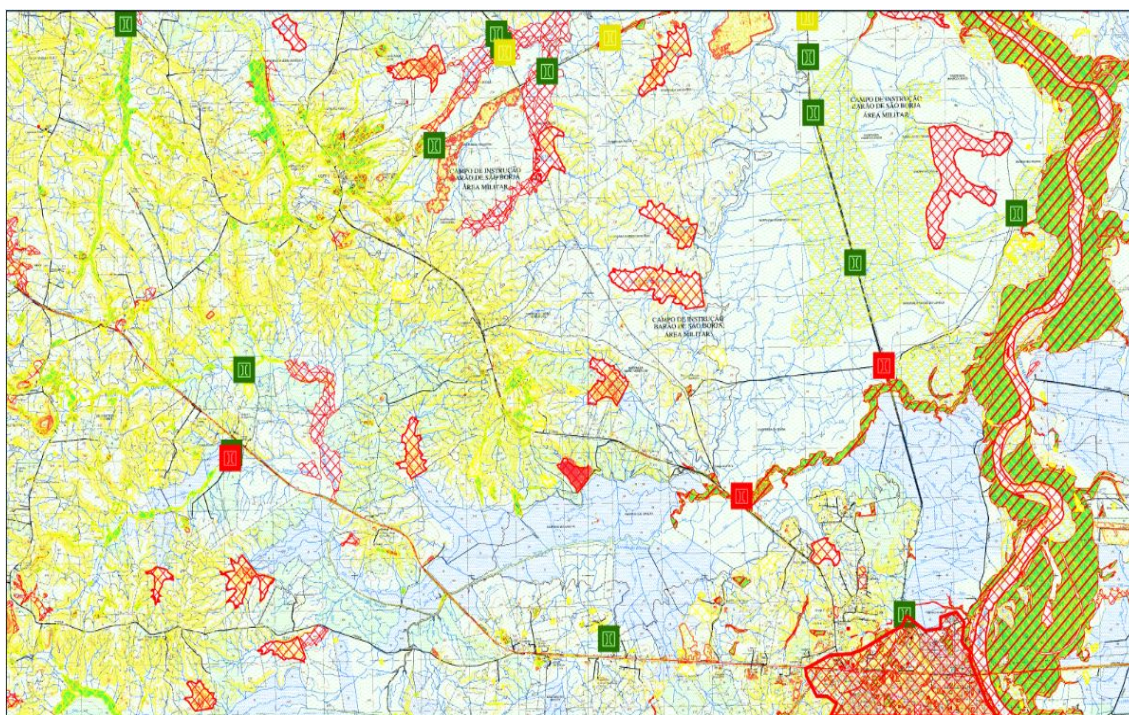


Figura 52: Calco de Restrições ao Movimento bidimensional finalizado e sobreposto a carta topográfica da AOp

6.4. Representação 3D do Calco de Restrições ao Movimento

Considerando a rápida evolução tecnológica e armamentista que vem ocorrendo neste século, podemos perceber que o tempo, cada vez mais, passa a ser um fator decisivo no combate e, por consequência, no planejamento operacional. É sobre essa premissa que este estudo pretende mostrar que, quando se trata da interpretação visual do terreno e considerando a premissa “tempo”, o emprego dos MDS podem contribuir sobremaneira para a evolução doutrinária dos estudos militares no Exército Brasileiro, aumentando a rapidez e eficiência desta interpretação.

Para buscar esse objetivo, foi utilizado o plugin Qgis2threejs do programa QGIS versão 2.18.11 para gerar o MDS da área a partir dos arquivos raster ALOS PALSAR FBS, considerando a imagem correspondente à área de estudo (*Figura 53*). Na definição das premissas, foi considerado o exagero vertical 1,5 e a resolução de 1057x570, base size valor 100, background sky, template 3DViewer (dat-gui).html, com a intenção de tornar a visualização o mais realista possível (*Figura 54*).

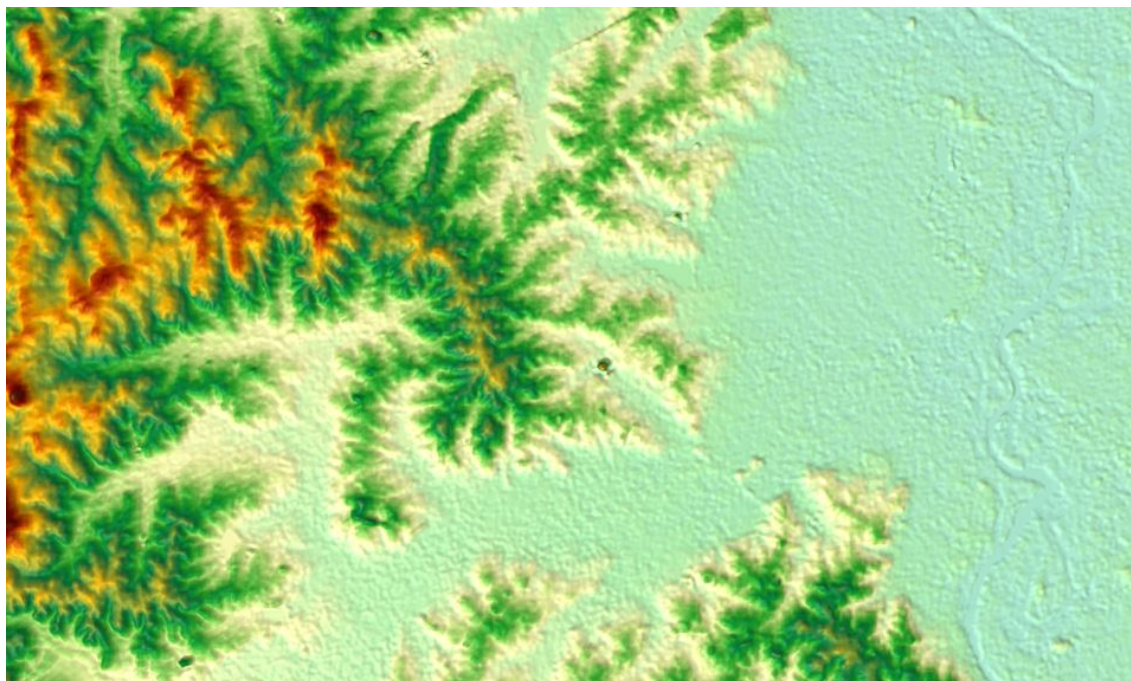


Figura 53: Declividade colorizada da área de estudo gerada pelo MDS

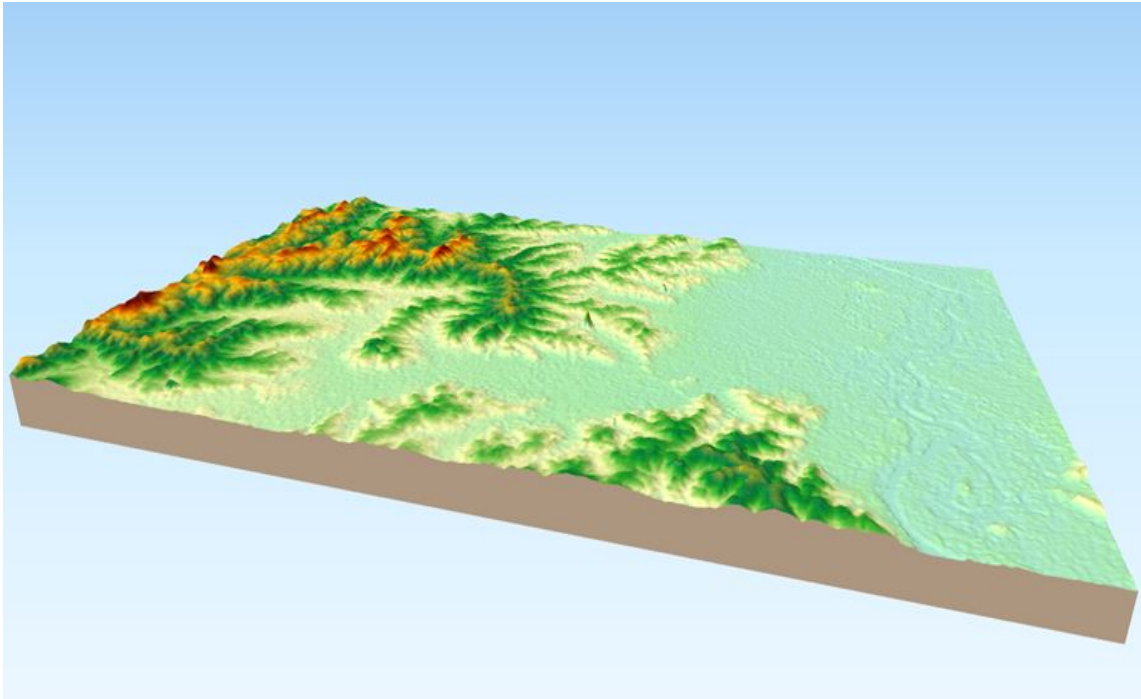


Figura 54: Imagem tridimensional da área de estudo gerada pelo MDS

Posteriormente, visando permitir uma comparação quantitativa do MDS com a imagem da Calco de Restrições ao Movimento, a imagem representativa bidimensional da carta em formato Tiff, também foi trabalhada pelo plugin Qgis2threejs, entretanto sem valores de elevação, apenas para propiciar a visualização de ambos os modelos de um mesmo ângulo de observação (*Figura 55*).

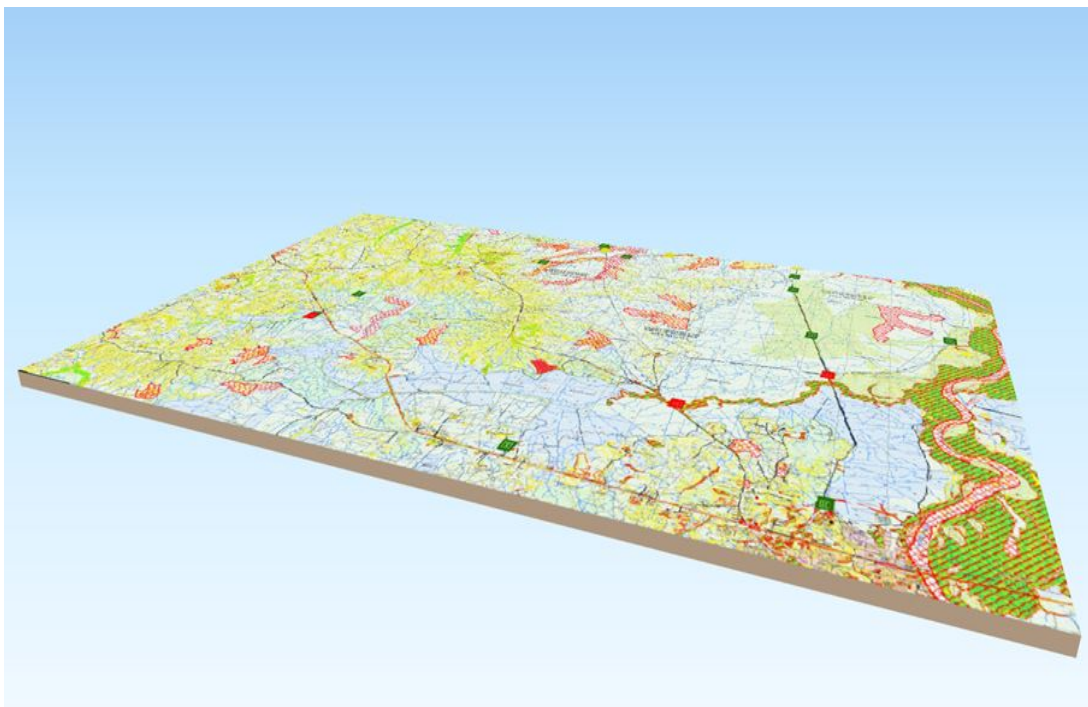


Figura 55: Representação da área de estudo no plano bidimensional.

Os modelos foram comparados, de forma visual e qualitativa, como ocorre durante os planejamentos militares. Esta comparação qualitativa baseou-se na comparação visual entre o Calco de Restrições ao Movimento no modelo bidimensional tradicional e o mesmo sobreposto ao MDS, considerando a escolha de uma área de estudo bastante diversificada em suas estruturas, de forma a verificar em qual deles a visualização e interpretação estaria sendo realizada de forma mais eficiente. Para isso, foi inserida como uma camada sobreposta ao MDS, com uma imagem da carta, com as principais elevações identificadas com elipses (*Figura 56*).

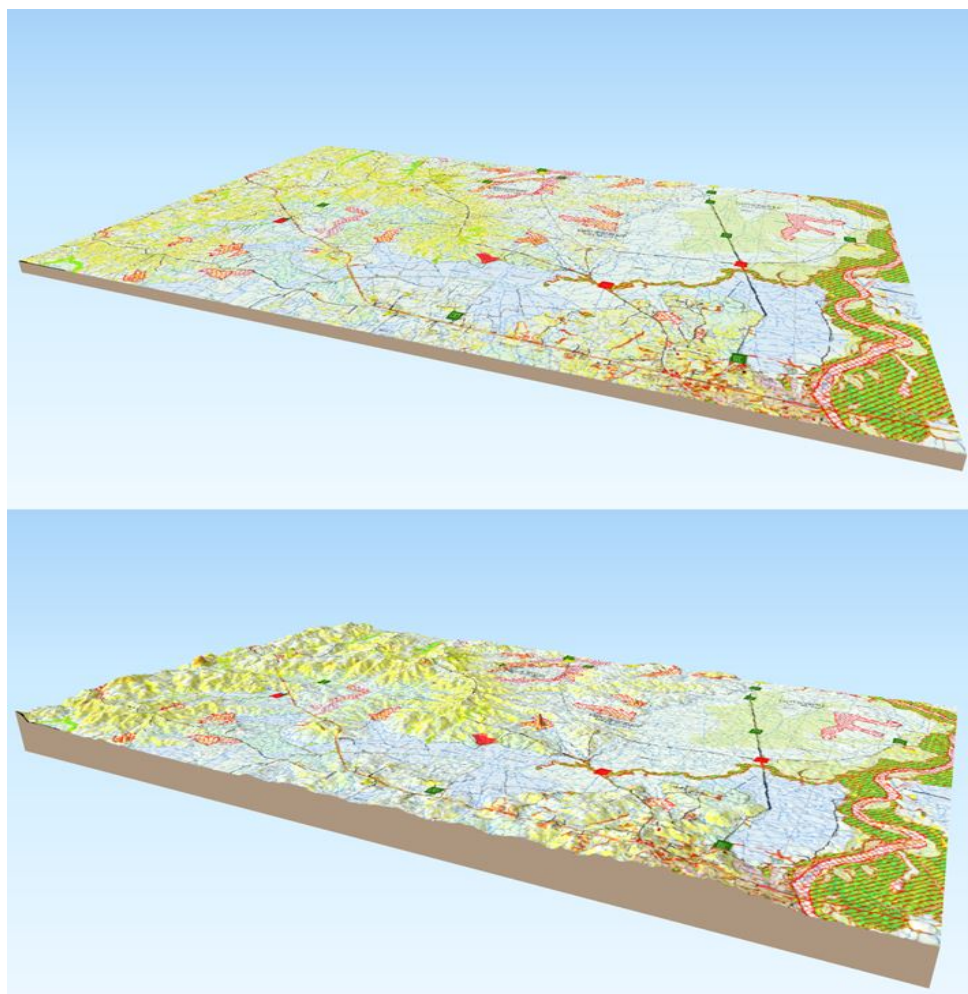


Figura 56: Área de estudo nos planos bi e tridimensionais, em comparação.

Para atingir os objetivos propostos, foram realizadas visualizações da área de estudo e suas estruturas, tanto de forma coletiva, com uma visão completa da área, como de algumas estruturas e objetos de forma isolada.

No caso da representação bidimensional, de uma carta topográfica, existe uma necessidade de conhecimento prévio e, mais importante, de um tempo para estudo visual

da cena em questão, para que se possa reconhecer corretamente as estruturas presentes no terreno e, desta forma, interpretá-lo e usar estas informações no planejamento militar de forma eficaz. Isto ocorre, pois trata-se de visualizações realizadas a partir de formas criadas para representar o mundo real, no plano bidimensional (*Figura 57*).

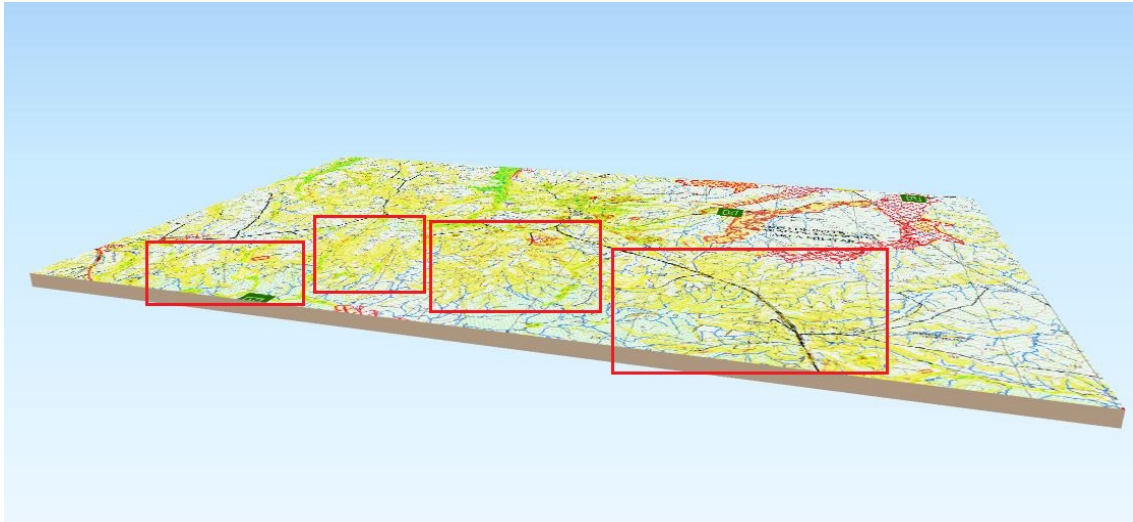


Figura 57: Parte da Área de Estudo aproximada no plano bidimensional com estruturas identificadas.

Já no caso do MDS tridimensional (*Figura 58*), o reconhecimento das estruturas de interesse para o planejamento militar é quase que imediato, ganhando-se tempo para os estudos operacionais e técnicos necessários ao planejamento, ou mesmo, a execução, através de uma pronta resposta. Isto ocorre pois, neste caso, não estão sendo visualizadas apenas formas que pretendem representar objetos e estruturas do mundo real, trata-se de uma representação tridimensional, que gera uma imagem realmente equivalente ao mundo real para fins de visualização e interpretação.

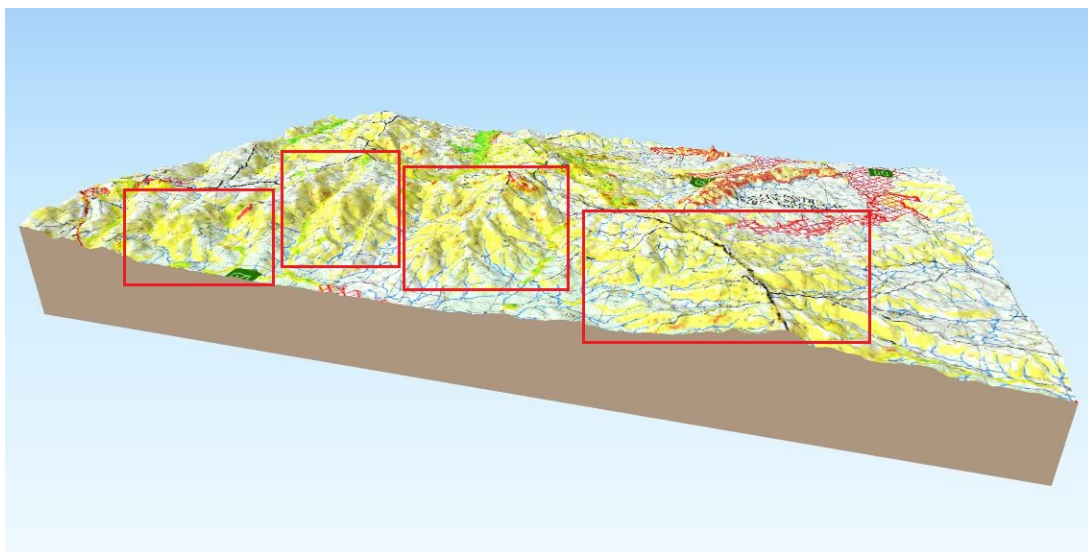


Figura 58: Parte da Área de Estudo no modelo de MDS, com estruturas identificadas elevadas.

Outro ponto verificado com a comparação entre as duas formas de visualização do terreno, é que, numa carta topográfica tradicional, existem alguns dados sobre as estruturas do terreno que não são possíveis de se observar ou necessitarão de um maior tempo para serem identificados.

Isto ocorre, por exemplo, na comparação entre as altitudes de duas elevações, de forma a escolher qual rota seria menos desgastante para uma tropa a pé. No caso da representação plana (*Figura 59*), precisam ser identificadas as curvas de níveis ou pontos cotados, das duas elevações, para fazer um comparativo entre elas e poder chegar a uma conclusão de qual das duas elevações seria mais vantajosa. Enquanto isso, o mesmo comparativo sendo feito através da visualização de um MDS, em relação a linha do horizonte da cena, seria feita de forma imediata, sem necessidade de grandes constatações (*Figura 60*).

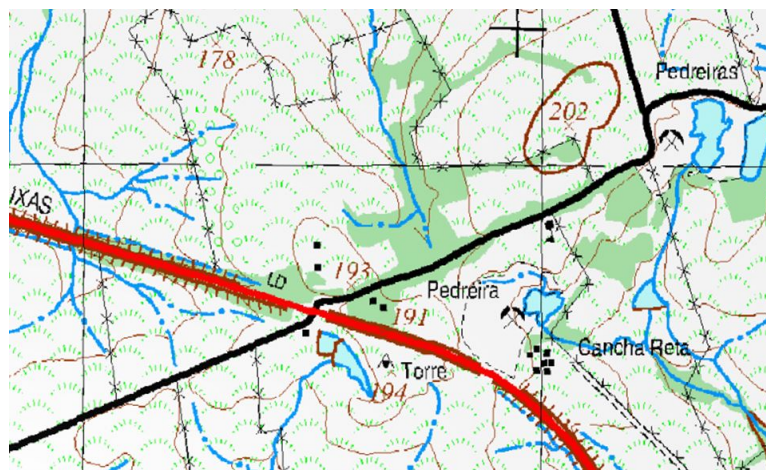


Figura 59: Representação plana das elevações de uma área de interesse, com curvas de nível



Figura 60: Representação em um MDS das elevações de uma área de interesse

Vale lembrar, que o grau de exatidão necessário neste processo, está relacionado com a intenção que se tem na representação, e de acordo com essa situação existem trabalhos que exigem uma maior aproximação à realidade do que outros.

Entretanto, por vezes, a concepção de modelo como cópia da realidade pode estar atuando como obstáculo à compreensão de uma ideia fundamental quando se pensa em modelagem científica: a de que não existem modelos corretos, mas sim mais adequados do que outros por enfatizarem determinados aspectos negligenciados pelos demais. (Brandão, Araujo e Veit, 2010)

Cabe ressaltar ainda, que a carta topográfica é confeccionada seguindo determinados parâmetros e disponibilizada por entidades responsáveis por sua confecção, sendo assim, é uma representação do terreno com dados fixos e de grande precisão cartográfica, mas sem possibilidade atualização, supressão ou de inserção de novos dados, de forma imediata, o que acarreta certa limitação ao seu uso, de acordo com as necessidades.

Os MDS, em contrapartida, podem ser confeccionados conforme as necessidades, contendo os dados ou camadas que forem de interesse e excluindo os que não forem, o que o torna mais flexível e eficiente, afinal, quando se trata do planejamento militar, diversas variáveis devem ser analisadas em fração de segundos.

6.5. Resultados Finais

Analisando o resultado final do Calco de Restrições ao Movimento, com sua representação por meio da imagem raster sobreposta a um MDS, para facilitar a análise, a Área foi dividida mentalmente em quatro setores, correlatos aos pontos cardeais, partindo do ponto central.

Desta forma, foi possível, com a digitalização em 3D do ambiente, ter um panorama bastante específico da área. Pode se afirmar, que os setores resultantes da análise do terreno da AOp, mostram que sua metade Oeste, onde se encontram os setores Noroeste e Sudoeste, são dominados por relevo com declividade restritiva, o que pode dificultar a mobilidade de tropas.

Entretanto cabe destacar que, na análise do entorno da localidade de Rosário do Sul, no setor Sudeste, pode ser verificado a existência de duas estradas que se originam da

mesma e cortam toda a AOp no sentido Sudeste – Noroeste, as quais se bifurcam mais a frente, abrangendo uma região ainda maior.

Tal situação auxilia a transitabilidade na região restritiva, considerando que apenas uma ponte encontra-se sem condições de uso, entretanto canaliza o movimento nas duas estradas citadas, o que deve ser levado em conta para fins de planejamento.

Existe ainda, saindo de Rosário do Sul, uma ferrovia que corta a AOp no sentido sul – norte, que deve ser levada em conta para fins de mobilidade de tropas e logística. Bem como, o Rio Santa Maria, de grande porte, que se estende também no sentido sul – norte, quase demarcando o limite Leste da AOp, e que se apresenta como um obstáculo impeditivo, para a maioria das tropas, havendo necessidade de empregar meios especiais para realizar sua transposição.

Outra importante constatação é que existem poucos pontos ou áreas impeditivas na AOp, o que favorece a mobilidade geral das tropas, mesmo que com algumas restrições.

Cabe ressaltar que, se fosse numa situação real, esta análise não estaria terminada completamente com este passo. Esta é a primeira parte da análise, sendo base para a confecção do restante do PITIC.

O objetivo deste estudo, entretanto, era mostrar o emprego da Geointeligência, por meio das Geotecnologias atuais que a compõem, como forma de aprimorar a análise do Terreno. Para isso, o estudo foi restringido apenas a 2ª fase do PITIC, especificamente ao estudo do terreno.

Quanto a confiabilidade dos dados, eles foram baixados da Internet, e como uma fonte aberta, sua confiabilidade pode ser questionável, entretanto, numa situação real, os dados iniciais coletados de fontes abertas seriam paulatinamente complementados por dados mais precisos, obtidos por outros meios de reconhecimento.

Como resultado final, foi confirmado que a implementação de Geotecnologias como SIG e Modelos Digitais de Elevação, na Avaliação Militar do terreno, é possível e contribui para o aprimoramento do PITIC. Todavia, este processo depende da informação disponível, bem como, da experiência e conhecimento do analista de Inteligência que o

realizar, crescendo de importância o desenvolvimento do Tradecraft dos especialistas, no uso da Geointeligência, como forma de aprimorar os processos executados.

7. CONCLUSÕES

A interpretação do terreno, dentro do contexto do PITCIC (Processo de Integração do Terreno, Condições Meteorológicas, Inimigo e Considerações Civis), realizado durante o planejamento de uma operação militar, influencia sobremaneira o estudo da área de operações, chegando mesmo a definir os resultados de grande parte das ações no Campo de Batalha.

O processo executado neste estudo, em relação ao Calco de Restrições ao Movimento, propicia uma interpretação mais rápida da área de interesse, quanto aos seus aspectos militares do terreno. Esse processo, propicia uma interpretação mais precisa, pois realiza parte das análises, como a da declividade do terreno, de forma automática digital, por meio de cálculos computacionais, e não analógica.

No que tange, a geração de MDS, e da subsequente comparação destes modelos com modelos tradicionais, bidimensionais, fica clara a diferença que o tipo de modelo empregado causa no tempo de análise do terreno para o intérprete, principalmente considerando-se uma análise sob pressão.

A redução contínua da premissa de tempo disponível para o planejamento, no combate moderno, tem se tornado cada vez mais evidente, com isso, a possibilidade da diminuição no tempo necessário para estudo ou análise do terreno, mostra-se uma importante vantagem.

A visão referente a análise do terreno obtida ao longo deste trabalho certamente não esgota todas as nuances do tema desta. Entretanto, fica claro que, as Geotecnologias apresentadas, empregadas por especialistas em GEOINT, devem ser considerados como valiosos aliados na Digitalização do Campo de Batalha e do próprio planejamento operacional como um todo.

Por seu turno, existem limitações nos modelos adotados no presente estudo, com destaque para o fato dos dados utilizados serem provenientes de diferentes entidades,

obtidos em sites da internet, o que pode contribuir para erros nas análises e interpretação de resultados, baseado na diferença de escalas, de projeções ou outras incongruências.

Tais limitações, todavia, são possíveis de serem contornadas sem muitas dificuldades e não se trata de limitações da GEOINT propriamente dita, bastando intenção institucional, para aprimorar essa situação através do emprego de bancos de dados mais precisos e confiáveis construídos para este fim.

No que se refere ao prosseguimento dos estudos em pesquisas futuras e aprofundamentos, as seguintes sugestões podem ser observadas:

1. Ferramentas avançadas de geoprocessamento poderiam vir a ser utilizadas, como as “Cost Distance”, “Cost Back Link” e “Cost Path” todas do “Spatial Analyst Tools”, do próprio ArcGis. Tais ferramentas, com os dados do terreno disponíveis, possibilitariam, se definir um ponto de partida e um ponto de chegada, onde seriam dados valores ou pesos percentuais quanto a situação de adequabilidade e restrição de cada vetor de aspeto a ser considerado e o próprio sistema poderia estabelecer qual o melhor caminho a ser seguido por uma determinada tropa.

2. No que diz respeito a automação das análises e da própria construção do Calco de Restrições ao movimento, uma outra possibilidade é utilizar a ferramenta Model Buidier, do software ArcGis englobando todas as operações realizadas durante a análise do terreno executadas com ferramentas deste software. O Model Buidier possibilita que se rode o modelo com toas as operações com um único comando, possibilitando utilizar o modelo em outras situações semelhantes.

É possível afirmar, nesta altura, que o estudo pormenorizado do terreno por meio de cartas topográficas e imagens orbitais ou aéreas, dentro de um ambiente de informações geográficas, possibilita incluir variáveis em forma de camadas (layers) passíveis de visualização em um mapa digital, permitindo ao Comandante, em qualquer nível, melhores condições de prosseguir com seu Estudo de Situação.

Partindo deste pressuposto, após a análise do que foi exposto e descrito no presente estudo, fica patente a contribuição deste trabalho na área das Ciências e SIG e da

Geointeligência, servindo como um passo inicial para o Exército Brasileiro, no uso das Geotecnologias disponíveis, buscando aprimorar o processo interpretativo do terreno.

Por fim, apesar do estudo ter se limitado ao aspeto terreno, recomenda-se que se busque a ampliação do que foi aqui exposto, para as demais fases do PITCIC. Favorecendo a que boa parte deste processo de análise e planejamento militar possa ser realizado, no futuro, por modelos automatizados.

Desta Forma, pretende-se ainda contribuir para a evolução doutrinária nos estudos militares da Geointeligência, no Exército Brasileiro, visando a substituição do uso e manuseio de cartas topográficas impressas e calcos de papel vegetal desenhados a mão, pelo emprego das Geotecnologias disponíveis, como forma de aprimorar a análise do Terreno em busca da efetiva digitalização do Campo de Batalha.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AVERY, T. E; BERLIN, G. L. Fundamentals of Remote Sensing and Airphoto Interpretation, Edição 5, ilustrada. Original de Universidade da Califórnia. ISBN 0023050357, 9780023050350. Num. págs. 472. Editora Macmillan, 1992.
- ASF DAAC. Alaska Satellite Facility Distributed Active Archive Center. Dataset: ASF DAAC, ALOS PALSAR_Radiometric_Terrain_Corrected_ri_res; Includes Material © JAXA/METI 2011. [Acesso em 29 de janeiro de 2020]. Disponível em: <https://www.asf.alaska.edu/sar-data/palsar/about-palsar/>
- BACASTOW, T. S; BELLAFFIORE, D. REDEFINING Geospatial intelligence. American Intelligence Journal, pp. 38-40, Fall 2009.
- BDGEx - Banco de Dados Geográficos do Exército Brasileiro. [acesso em 19 de dezembro de 2019]. Disponível em <http://www.geoportal.eb.mil.br/>
- BENASSULY, B. M. P. Uso da Geointeligência como Ferramenta da Investigação, pela Polícia Federal, nos Crimes de Desmatamento. Artigo da Revista Brasileira de Ciências Policiais. 63. Brasília, v. 8, n. 1, p. 63-98, Edição Especial, jan/jun, 2017.
- BRANDÃO, R. V., ARAUJO, I. S. AND VEIT, E. A. ‘Concepções e dificuldades dos professores de física no campo conceitual da modelagem científica’, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 9 (3) pp. 669–695. 2010. Disponível em: http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen9/ART10_Vol9_N3.pdf
- CEPICK, M. Espionagem e Democracia. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2003
- CORBARI, D. C. O uso da Geoinformação em apoio à Proteção de Estruturas Estratégicas Terrestres. Trabalho de Conclusão de Curso/TCC (Especialização) - Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2014.
- CORRÊA, D. C. Sistema de Informações Geográficas na Mobilização Científica e Tecnológica da Força Terrestre. Dissertação de Mestrado. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, RJ. 2000.
- COSTA, L. P. S. Teatro de Operações Militares Conjunto: Definição de Espaço Geográfico. Revista das Ciências Militares. V.8. n.33. p. 195-203. Rio de Janeiro. 2014.
- EB20-MC-10.207. ‘Inteligência’. Manual de Campanha Militar, Exército Brasileiro. 1ª Edição, Brasil. 2015.

- EB20-MC-10.209. ‘Geoinformação’. Manual de Campanha Militar. 1ª Edição, Brasil. 2014.
- EB20-MC-10.211. ‘Processo de planejamento e condução das Operações Terrestres’. Manual de Campanha Militar, Exército Brasileiro. 1ª Edição, Brasil. 2015.
- EB20-MC-10.214. ‘Vetores Aéreos da Força Terrestre’. Manual de Campanha Militar, Exército Brasileiro. 1ª Edição, Brasil. 2014.
- EB20-MF-10.102. ‘Doutrina Militar Terrestre’. Manual de Fundamentos, Exército Brasileiro. 1ª Edição, Brasil. 2014.
- EB20-MF-10.103. ‘Operações’. Manual de Fundamentos, Exército Brasileiro. 4ª Edição, Brasil. 2014.
- EB20-MF-10.107. ‘Inteligência Militar Terrestre’. Manual de Fundamentos, Exército Brasileiro. 2ª Edição, Brasil. 2015.
- EB60-ME-11.401. ‘Dados Médios de Planejamento Escolar’. Manual de Ensino, Exército Brasileiro. 1ª Edição, Brasil. 2017.
- EB70-MC-10.302. ‘Batalhão de Inteligência Militar’. Manual de Campanha Militar, Exército Brasileiro. 1ª Edição, Brasil. 2018.
- EB70-MC-10.307. ‘Planejamento e emprego da Inteligência Militar’. Manual de Campanha Militar. 1ª Edição. Brasil. 2016.
- EB70-MT-70.402. ‘Geointeligência’. Manual Técnico, Exército Brasileiro. 1ª Edição, Brasil. 2019.
- EB80-CI-72.001. ‘Geoinformação’. Caderno de Instrução, Exército Brasileiro. 1ª Edição, Brasil. 2018.
- EGG, G. C. ‘Geração de Modelos Digitais de Superfícies compostos, utilizando imagens do sensor PRISM/ALOS’, 159 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.
- ELACHI, C; VAN ZIL, J. Introduction to the Physics and Techniques of Remote Sensing. 2ª Ed. 1987. (apud NOVO, 2008).
- EME - Estado-Maior do Exército. Port EME, de 06 Dez 99. 152p. Brasília, 1999.
- GEORGE, R. Z.; BRUCE, J. B. Analyzing Intelligence origins, obstacles, and innovations. Georgetown University Press, Washington, DC, 2008.

- GONÇALVES, J. B. Atividade de Inteligência e Legislação Correlata. Niterói: Impetus, 2010.
- HOEPERS, G; SANTOS, N. A. L. dos. O Geoprocessamento Aplicado ao Método de Estudo Militar do Terreno. Monografia (Especialização em Geoprocessamento) – Laboratório de Sensoriamento Remoto, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília - UnB, Brasília, 2001.
- IBGE - Portal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística do Brasil. [acesso em 20 de dezembro de 2019]. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/>
- ITC, (International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation). GI Science and Earth Observation: a process-based approach. Unviverstiy of Twente. Enschede, The Netherlands. 2010
- KENT, S. Strategic Intelligence for American World Policy. Princeton: Princeton University Press, 1951.
- LACOSTE, Y. A Geografia - isso serve, em primeiro lugar para fazer guerra. 15. ed. S. Paulo, Papirus Editora, 2009.
- LOWENTHAL, M. M. Intelligence: from secrets to policy. 4. ed. Washington, D.C.: QC Press, 2009.
- MD35 - G - 01. 'Glossário das Forças Armadas'. Ministério da Defesa. 4ª Edição, Brasil. 2007.
- MEILLÓN, S. C. Geospatial Intelligence and Geospatial Information Systems. Monterey, CA: NPS - Naval Postgraduation School, 2008.
- MORESI, E. A. D; SANTOS FILHO, R. P; SILVA, J. W. C. Inteligência Geoespacial: um estudo aplicado à Polícia Civil do Distrito Federal. Sistemas, Cibernética E Informática, Volume 9, Número 2, Ano 2012. Artigo do Mestrado em Gestão do Conhecimento e Tecnologia da Informação. Universidade Católica de Brasília. Brasília, 2012.
- MOURA ALVES, J. M. J. O emprego da Geointeligência em benefício do Exército Brasileiro. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências Militares). Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2018.

- NOVO, E. M. L. M. Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações. Editora Blucher. 3ª Ed. 2008.
- OLIVEIRA, I. C. S. O uso da análise espacial no Processo de Integração Terreno, Condições Meteorológicas e Inimigo (PITCIC) do Exército Brasileiro. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília (UNB). 2006.
- OLIVEIRA, I. C. S. MENESSES, P. R. LEAL, L. R. O uso da análise espacial no Processo de Integração Terreno, Condições Meteorológicas e Inimigo (PITCI) do Exército Brasileiro. Revista Ciência e Tecnologia. Rio de Janeiro. 1º Quadrimestre, Ed 2008. p 04 -16. 2008.
- PERAZZONI, F. SIG, AMAZÔNIA E POLÍCIA FEDERAL: Geointeligência no combate ao desmatamento ilegal na Amazônia. Dissertação de Mestrado. Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação da Universidade Nova de Lisboa. 2012.
- PINTO, F. e SOUSA, P. 'Volumes de Inertes – criação e controlo de qualidade', Mestrado em Ciência e Sistemas de Informação Geográfica. Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2014.
- PLANET TEAM. *Planet Application Program Interface: In Space for Life on Earth*. San Francisco, CA: Planet Team. 2018.
- SANTOS, R. L. R; MELO, D. H. C. T. B; ROVANI, F. M. 'Decifrando uma ferramenta SLOPE com arquivo raster (MDE) no ArcGIS'. Revista MundoGEO. Curitiba: MundoGEO, ano 19, n. 82, jul. 2017. [Acesso em 25 de novembro de 2019]. Disponível em <http://mundogeo.com/blog/2017/07/26/artigo-decifrando-uma-ferramenta-declive-com-arquivo-raster-mde-nao-arcgis>
- SILVA, W. C. P. Inteligência Geoespacial: Seu impacto e contribuições nos modelos de gestão policial. Dissertação de Mestrado. Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação da Universidade Nova de Lisboa. 2015.
- SITE ENGESAT. [Acesso em 25 de dezembro de 2019]. Disponível em <http://www.engesat.com.br/resolucao-o-que-e/>
- SITE WIKIPÉDIA. [Acesso em 29 de novembro de 2019]. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/A_Arte_da_Guerra
- TZU, S. A Arte da Guerra. Rio de Janeiro: Editora Record, 1983.

- U.S.C. (United States Code), Title 10 - Armed Forces -Subtitle A - General Military Law,PART I - Organization And General Military Powers - Chapter 22 - National Geospatial-Intelligence Agency - Subchapter Iv – Definitions. Sec. 467 – Definitions From the U.S. Government Publishing Office, 2006 Edition. www.gpo.gov
- VANDIR, P. S. J. A importância de uma fonte soberana de imagens para a atividade de Inteligência Estratégica Nacional. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso Superior de Inteligência Estratégica (CSIE), Rio de Janeiro, 2017.
- VANUCHI, W. A engenharia e a visualização do terreno. Artigo publicado na Revista de Ciências Militares. Rio de Janeiro, 1º Quadrimestre., n. 7, p. 35-42. 2004.
- VARGAS, J. N. S. A Geografia Militar no planejamento e na execução das operações militares na Região Sul do Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de Pós-Graduação em Geografia. Santa Maria, 2017.
- VEIGA, L. A. K.; ZANETTI, M. A. Z.; FAGGION, P. L. Fundamentos de Topografia. Curso de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2012.
- VELOZA, E. V. A aplicação da modelação em SIG no cálculo de declividade, como forma de aprimorar a confecção do Calco de Restrições de Movimento, empregado pelo Exército Brasileiro, no planejamento de operações militares. Artigo da Disciplina de Modelação em SIG, Mestrado em Ciência e SIG. Nova Information Management School - Universidade Nova de Lisboa. 2018.
- VELOZA, E. V. O emprego dos Modelos Digitais de Superfície na melhoria da interpretação do terreno, para o planejamento de operações militares, pelo Exército Brasileiro. Artigo da Disciplina de Aplicações em SIG, Mestrado em Ciência e SIG. Nova Information Management School - Universidade Nova de Lisboa. 2017.